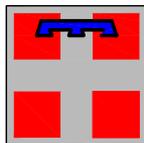




# Autostrada Asti-Cuneo



PROVINCIA DI ASTI



REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI CUNEO

## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE ASTI - CUNEO

TRONCO II A21 (ASTI EST) - A6 (MARENE)  
LOTTO 6 RODDI - DIGA ENEL

PROGETTO ESECUTIVO  
PARTE GENERALE

CAPITOLATI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
NORME TECNICHE IMPIANTI

Aggiornato: 00	Data : Marzo 2015	Descrizione: EMISSIONE	Redatto: Ing. Re	Controllato: Ing. Re	Approvato: Ing. Ghislandi	Codifica: 2.6 E - r G.5.1.04
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Lotto Prog. Tipo Elaborato
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data: Marzo 2015
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Scala: -



PROGETTISTA e RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Enrico Ghislandi  
Albo di Milano  
N° A 16993

CONCESSIONARIA:



## INDICE

<b>1. PREMESSE E NORME GENERALI .....</b>	<b>2</b>
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO .....	2
1.2 GENERALITÀ .....	2
1.3 MODALITÀ ESECUTIVE .....	2
1.4 QUALITÀ DEI MATERIALI.....	3
1.5 ONERI A CARICO DELL'IMPRESA APPALTATRICE .....	4
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1 REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.....	5
<b>3. RACCOMANDAZIONI PARTICOLARI .....</b>	<b>8</b>
3.1 MEZZI DI PREVENZIONE E SICUREZZA NELLE CABINE ELETTRICHE .....	8
3.1.1 Pulsanti d'emergenza.....	8
3.1.2 Cartelli monitori.....	8
3.1.3 Guanti isolanti.....	9
3.1.4 Lampada portatile .....	9
3.1.5 Tappeto isolante in gomma .....	9
3.1.6 Schema elettrico .....	10
3.1.7 Attrezzature per il pronto soccorso.....	10
3.1.8 Altre attrezzature.....	10
3.2 BLOCCHI DI FONDAZIONE PER PALI .....	10
3.2.1 Pali di sostegno dei luminanzometri .....	11
<b>4. SPECIFICHE TECNICHE .....</b>	<b>13</b>
<b>5. VERIFICHE E NORME PER IL COLLAUDO DEGLI IMPIANTI....</b>	<b>13</b>
5.1 COLLAUDO ESECUTIVO DEGLI IMPIANTI.....	14
5.2 VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI .....	14
5.2.1 Verifica circuitale degli impianti (prove in bianco).....	14
5.3 COLLAUDO DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE.....	18
5.3.1 Prove aerauliche .....	18
5.3.2 Prove controllo e gestione dei fumi.....	19
5.3.3 Prove meccaniche .....	19
5.4 PROVE IDRAULICHE .....	20
<b>6. DOCUMENTAZIONE E MANUALI D'ISTRUZIONE .....</b>	<b>22</b>
6.1 DOCUMENTAZIONE .....	22
6.2 MANUALI D'ISTRUZIONE.....	22

## 1. PREMESSE E NORME GENERALI

### 1.1 *Scopo del documento*

Il presente capitolato ha per oggetto gli impianti tecnologici che dovranno essere installati a servizio del Tronco 2 del collegamento autostradale tra la A21 (Asti est) e la A6 (Marene), Lotto 6 Roddi - Diga ENEL.

Il presente disciplinare precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto; contiene, inoltre, la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

### 1.2 *Generalità*

Nel presente documento vengono descritti gli impianti da realizzare, le apparecchiature ed i materiali d'installazione, che l'Appaltatore dovrà fornire in opera; vengono, inoltre, richiamati i disegni, gli schemi e le prescrizioni tecniche alle quali attenersi nella costruzione degli equipaggiamenti e nell'esecuzione dei lavori impiantistici.

L'osservanza di dette prescrizioni non esaurisce gli obblighi dell'Appaltatore, il quale è tenuto ad ottemperare alle pattuizioni del Contratto ed alle eventuali disposizioni generali e particolari impartite, nei singoli casi, dalla D.L.

Per quanto non derogante dalle disposizioni sopraccitate, l'Appaltatore è inoltre tenuto all'ottemperanza di tutte le disposizioni di Legge, di regolamenti e prescrizioni applicabili alla materia, emanate da Autorità competenti e vigenti nella località dove vengono eseguiti i lavori.

In caso di assenza o di insufficienza della normativa applicabile, apposite procedure dovranno essere concordate preventivamente con la D.L.

### 1.3 *Modalità esecutive*

Il lavoro in oggetto sarà eseguito a perfetta regola d'arte.

I montaggi saranno conformi alle specifiche tecniche ed alla progettazione esecutiva; verranno redatti gli elaborati di dettaglio, che saranno sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Saranno rispettate le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, sia in materia di esecuzione dei lavori, sia in relazione alle maestranze impiegate in cantiere.

Oltre le normali lavorazioni, sono compresi:

- i trasporti di tutti i materiali nell'ambito del cantiere;
- lo scarico delle apparecchiature e dei componenti degli impianti da bordo camion al magazzino;
- l'esecuzione delle opere murarie inerenti gli impianti, quali staffaggi, fori di attraversamento, assistenza ai montaggi, ecc.

#### **1.4 Qualità dei materiali**

Tutte le apparecchiature ed i materiali impiegati per la realizzazione degli impianti, saranno della migliore qualità e perfettamente rispondenti al servizio cui sono destinate; saranno provvisti del marchio IMQ e/o del contrassegno CE in tutti i casi in cui è prevista la concessione di detti marchi.

Le apparecchiature dovranno essere prodotte in regime di qualità UNI ISO 9001 e dovranno, comunque, essere della migliore qualità reperibile in commercio, in funzione alla loro specifica destinazione d'uso, e in conformità alle Specifiche tecniche allegate.

I materiali potranno provenire da località e da Costruttori che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché siano rispondenti ai requisiti specificati nei documenti di progetto e a quanto prescritto nel seguito.

Alla Direzione dei Lavori sarà esibita la documentazione necessaria a comprovare la provenienza delle apparecchiature che si intende installare, quali:

- caratteristiche costruttive;
- dati tecnici apparecchiature e materiali;
- caratteristiche tecniche apparecchiature e materiali;
- caratteristiche funzionali di tutti i componenti, con incluse le indicazioni di provenienza, la tipologia ed il modello;
- conformità alla normativa vigente;
- eventuali scostamenti con quanto riportato sulle Specifiche Tecniche;
- la reperibilità commerciale delle parti di ricambio per almeno 8 anni dopo il collaudo esecutivo di messa in servizio.

Tutti i componenti saranno rilevabili da grafici costruttivi; l'Impresa presenterà campionatura dei materiali ed apparecchi che intende impiegare.

La Direzione Lavori, dopo l'accettazione dell'Ente Appaltante, darà conferma d'accettazione attraverso Ordine di Servizio.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della qualità e dell'aspetto tecnico finale delle opere realizzate anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Il Committente, nella persona del Direttore dei Lavori, ha diritto di far eseguire in ogni tempo sui materiali quelle prove che crederà più opportune e l'Impresa avrà l'obbligo di fornire i campioni che saranno richiesti, provvedendo a sue spese al loro prelievo ed all'invio agli Istituti di prova che le saranno designati.

I materiali deteriorabili saranno custoditi e riparati dalle intemperie sotto apposite tettoie o baracche.

Qualora la Direzione dei Lavori rifiutasse una qualsiasi fornitura ritenuta non adatta all'impiego, o non conforme al presente capitolato e alle specifiche tecniche allegate, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra corrispondente alle caratteristiche volute; i

materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

### **1.5 Oneri a carico dell'impresa appaltatrice**

Gli aggiornamenti dei documenti tecnici di calcolo sono un onere dell'impresa; in particolare, tali aggiornamenti dovranno tenere conto delle effettive apparecchiature e forniture effettuate.

I documenti che l'impresa dovrà aggiornare e ricalcolare sono i seguenti:

- dimensionamento della rete elettrica, verificando il coordinamento tra gli interruttori di protezione ed i cavi ad essi sottesi e le grandezze elettriche significative quali correnti di corto circuito, cadute di tensione, protezione contro i contatti accidentali, ecc.;
- dimensionamento della rete di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche;
- calcoli illuminotecnici in gallerie ed all'aperto;
- calcoli idraulici dell'impianto idrico antincendio;
- calcoli di verifica dell'impianto di ventilazione in galleria;
- calcoli di verifica della pressurizzazione dei by pass;
- strutture di fondazione dei locali tecnici, dei pali di illuminazione, delle torri faro, dei pannelli a messaggio variabile, ecc.;
- strutture di sospensione di ventilatori, corpi illuminanti, passerelle e vie cavi in genere, pannelli a messaggio variabile, segnaletica luminosa, ecc.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti saranno realizzati a regola d'arte; le loro caratteristiche e dei singoli componenti corrisponderanno alle norme vigenti ed in particolare saranno conformi a:

- \* alle prescrizioni applicabili contenute nelle disposizioni legislative;
- \* alle prescrizioni applicabili contenute nelle Circolari Ministeriali;
- \* alle prescrizioni delle Norme UNI e CEI;
- \* alle prescrizioni delle Norme internazionali (ISO, IEC, EN, ecc.) in assenza di norma nazionale corrispondente;
- \* alle prescrizioni delle Norme Tecniche ANAS;
- \* alle raccomandazioni emesse dal PIARC e dal CIE;
- \* alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali;
- \* alle prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL e TELECOM.

In particolare, si fa presente che le Norme e gli atti ufficiali dovranno essere considerati nell'ultima revisione e/o modifica e/o sostituzione emessa all'atto della stipula dell'appalto; ciò anche se i documenti elencati fanno riferimento ad edizioni precedenti.

### 2.1 *Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti*

In modo esplicativo e non limitativo si espongono, in ordine cronologico, alcune delle Leggi e Normative di riferimento; tale elenco va eventualmente integrato con i riferimenti normativi e legislativi riportati sulle singole specifiche tecniche:

- \* Legge n° 615 del 13 luglio 1966 “Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico” e regolamento di attuazione in vigore;
- \* Legge n° 186 del 1 marzo 1968 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”;
- \* D.P.R. 22 dicembre 1970 n. 1391 “Regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici”;
- \* D.M. 16 febbraio 1982 “Modifica del decreto ministeriale del 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi”;
- \* D.M. 26 giugno 1984 “Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi”;
- \* Legge n° 818 del 7 dicembre 1984 “Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli articoli 2 e 3 della legge 4 marzo 1982, n. 66, e norme integrative dell'ordinamento del Corpo nazionale dei vigili del fuoco”;



- \* D.M. 8 marzo 1985 “Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nulla osta provvisorio di cui alla legge 07/12/1984 n. 818”;
- \* D. Min. LL.PP. del 12 dicembre 1985 “Norme tecniche per le tubazioni”;
- \* D.P.R. n° 588 del 28 novembre 1987 “Attuazione delle Direttive CEE n. 79/113, n. 81/1051, n. 85/405, n. 84/533, n. 85/406, n. 84/534, n. 84/535, n. 85/407, n. 84/536, n. 85/408, n. 84/537, n. 85/409, relative al metodo di misura del rumore nonché al livello sonoro o di potenza acustica di motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile”;
- \* Legge n° 9 del 9 gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”;
- \* Legge n° 10 del 9 gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia” e regolamento di attuazione in vigore;
- \* Legge 26 ottobre 1995 n° 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”;
- \* D.Lgs. 25 novembre 1996 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione” e s.m.i.;
- \* D. Min. Interni del 10 marzo 1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”;
- \* D. Min. Interni del 4 maggio 1998 “Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l’avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all’uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi Provinciali dei vigili del fuoco”;
- \* D. Min. Interni del 8 settembre 1999 “Modificazioni al decreto ministeriale 10.3.98 recante: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”;
- \* D.P.R. n° 554 del 21 dicembre 1999 “Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109, e successive modificazioni”;
- \* Circolare prot. 386 del 04/10/2000 emanata dalla Direzione Generale ANAS – Direzione Centrale Affari Generali – Ufficio Telecomunicazioni Specifiche generali per la costruzione di impianti di soccorso stradale”;
- \* D.P.R. n° 380 del 6 giugno 2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- \* D.P.R. n° 462 del 22 ottobre 2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici pericolosi”;



- \* D. Min. Interni del 31 marzo 2003 “Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell’aria degli impianti di condizionamento e ventilazione”;
- \* Decreto Legislativo n° 192 del 19 agosto 2005 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”;
- \* Decreto Legislativo n° 139 del 8 marzo 2006 “Riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo nazionale dei vigili del fuoco, a norma dell'articolo 11 della legge 29 luglio 2003, n. 229”;
- \* Decreto Legislativo n° 311 del 29 dicembre 2006 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”;
- \* D.Lgs. 6 novembre 2007 “Attuazione della direttiva 2004/108/CE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE”;
- \* D. Min. Sviluppo Economico n° 37 del 22 gennaio 2008 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- \* Decreto Legislativo n° 81 del 9 aprile 2008 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- \* D.P.R. n° 59 del 2 aprile 2009 “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”;
- \* Decreto Ministero Sviluppo Economico del 26 giugno 2009 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”;
- \* D.P.R. n° 207 del 5 ottobre 2010 “Regolamento di esecuzione e attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n° 163, recante ‘Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE’”;
- \* D. Min. Interni del 13 luglio 2011 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l’installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi”;
- \* D.P.R. n° 151 del 1 agosto 2011 “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4-quater, del decreto – legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”.

### 3. RACCOMANDAZIONI PARTICOLARI

#### 3.1 *Mezzi di prevenzione e sicurezza nelle cabine elettriche*

Ogni cabina elettrica dovrà essere dotata di accessori, istruzioni, segnaletica, dispositivi individuali di protezione (DPI) e attrezzature di pronto soccorso indicati di seguito e, comunque, di quanto richiesto da norme e prescrizioni di legge.

Tutti i dispositivi individuali di pronto soccorso devono essere marcati CE, in ottemperanza alla Direttiva 89/686/CEE, recepita in Italia con Decreto Legislativo 475/92.

##### 3.1.1 *Pulsanti d'emergenza*

Nella cabina elettrica di trasformazione sono previste delle cassette con i pulsanti d'emergenza per i seguenti scopi:

- messa fuori tensione di tutta la cabina a valle del punto di consegna dell'energia elettrica, con blocco dell'avviamento automatico del GE;
- arresto gruppo elettrogeno;
- arresto del gruppo statico di continuità.

##### 3.1.2 *Cartelli monitori*

Una serie completa di cartelli di divieto e monitori, in lamiera d'acciaio smaltata, sarà affissa sulle porte d'ingresso ed all'interno dei locali della cabina elettrica, in conformità alle Norme CEI 11-1 ed al D.Lgs. 81/08; i segnali di pericolo, divieto, obbligo, ecc. dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere in materiale resistente all'aggressività dell'ambiente in cui sono esposti (agenti atmosferici, umidità, acidi, ecc.) sia per quanto riguarda il supporto (che sarà, quindi, a seconda dei casi, in lamiera di alluminio, o acciaio zincato, o PVC), sia per quanto riguarda le vernici; queste dovranno essere anche indelebili ed inalterabili alla luce solare;
- se in lamiera, avranno spessore di almeno 0,5 mm; se in PVC, di almeno 1,5 mm;
- dovranno portare, oltre al simbolo (di pericolo, di divieto, di obbligo, ecc.), anche una scritta esplicativa;
- dovranno essere conformi al D.Lgs. 493/96, relativo alla segnaletica di sicurezza, per tutto quanto in esso è previsto (simboli, colori, dimensioni, ecc.);
- dovranno essere affissi esclusivamente mediante viti o rivetti; non saranno, pertanto, ammessi i tipi autoadesivi.

Dovrà essere fornito in opera, per ogni cabina, un cartello con la procedura di ripristino a seguito di un'apertura generale della cabina e delle gallerie dalla stessa alimentate.

Saranno previsti anche i cartelli indicanti i dispersori di terra.

### 3.1.3 Guanti isolanti

Sarà fornito, in ogni cabina, un paio di guanti isolanti per tensione d'esercizio 24 kV, avente le seguenti caratteristiche:

- essere in lattice naturale a cinque dita e forma anatomica, senza soluzione di continuità;
- rispondere alle seguenti caratteristiche dimensionali:
  - spessore non inferiore a 2 mm;
  - lunghezza 36 cm;
  - tensione di prova 30 kV.
- essere di tipo approvato dall'ISPESL ed essere provvisti di marchiatura indelebile che dichiara la tensione di esercizio e di prova;
- essere riposti entro apposita custodia in materiale isolante resistente agli urti, fissata a parete, provvista di scritta esplicatrice del contenuto e di riserva di talco.

### 3.1.4 Lampada portatile

La lampada a batteria da prevedere sarà:

- del tipo portatile, costituita da un robusto contenitore in materiale antiurto provvisto di impugnatura;
- completa di:
  - batterie al Ni-Cd di tipo ermetico ricaricabile e di capacità sufficiente ad assicurare un'autonomia di almeno due ore;
  - lampada fluorescente da 6 W;
  - dispositivi elettronici per la carica automatica e di mantenimento delle batterie e per l'alimentazione della lampada stessa;
  - indicatore luminoso per segnalare la carica delle batterie;
  - cavo di alimentazione scollegabile (con presa a spina) della lampada;
  - adatto supporto in lamiera di acciaio verniciata, fissato a parete, per il sostegno della lampada stessa.

### 3.1.5 Tappeto isolante in gomma

Un tappeto isolante in gomma sarà posato a pavimento, anteriormente ai quadri elettrici; dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- essere in gomma naturale;
- la superficie calpestabile dovrà essere antisdruciolevole;
- larghezza non inferiore a 1 m;

- lunghezza non inferiore alla lunghezza del quadro di media tensione, aumentata di 1 m;
- spessore non inferiore a 3 mm;
- tensione di esercizio 24 kV;
- tensione di prova: 40 kV.

Il tappeto dovrà essere di tipo approvato dall'ISPESL e dovrà essere provvisto di marchiatura indelebile che dichiari la tensione di esercizio e di prova.

### 3.1.6 Schema elettrico

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 81/08, nelle officine elettriche dovrà essere esposto lo schema dell'impianto elettrico relativo.

A tale scopo, dovrà essere fornita una cornice con vetro (o, in alternativa al vetro, plastificazione del disegno) entro cui porre lo schema unifilare dei circuiti di potenza; il fondo del quadro così ottenuto dovrà essere facilmente removibile e reinseribile, onde consentire l'aggiornamento e/o la sostituzione dello schema medesimo.

### 3.1.7 Attrezzature per il pronto soccorso

In caso d'incidente per elettrocuzione, il possibile verificarsi di fenomeni quali la fibrillazione ventricolare e la tetanizzazione muscolare, oltre a possibili ustioni, si rende indispensabile un soccorso rapido.

La presenza di una seconda persona addestrata anche per il primo soccorso, come prescritto in caso di manovre od operazioni rischiose, dovrebbero garantire circa la disponibilità di un soggetto che attivi il pronto soccorso.

È comunque necessario che in cabina, e per ogni locale, siano previste le istruzioni di primo intervento e dei numeri telefonici del pronto soccorso.

### 3.1.8 Altre attrezzature

Saranno previsti nelle cabine una rastrelliera per chiavi, leve ed attrezzi speciali per estrazione interruttori, cassette motori, ecc.

Inoltre, in ogni locale della cabina sarà presente un estintore a CO<sub>2</sub> da 5 kg omologato classe BCF, adatto per apparecchiature elettriche, oltre che estintori a polvere nella quantità indicata sui disegni di sistemazione apparecchiature in cabina.

## 3.2 Blocchi di fondazione per pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali, dovranno essere mantenute le caratteristiche dimensionali di massima indicate nei disegni di progetto, ai fini delle eventuali interferenze; in particolare, dovranno essere verificate, prima dell'esecuzione dei lavori, le distanze dai *guardia via* al fine di mantenere le distanze minime ammesse tra questi ed i pali. Tali distanze sono funzione del grado di deformabilità dei *guardia via*, in caso di urti.

L'Appaltatore ha l'onere della verifica statica del blocco di fondazione e della relativa relazione di calcolo.

Nell'esecuzione dell'opera dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. esecuzione dello scavo, con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
2. formazione del blocco di fondazione in calcestruzzo dosato a 320 kg di cemento tipo Portland classe 325, per metro cubo di miscela, inerte granulometricamente corretto ed avente pezzatura massima quadro-tondo 51/64, per una classe maggiore o uguale a C32/40 (320 kg/cm<sup>2</sup>);
3. la superficie superiore dei blocchi dovrà essere sagomata, ancora in corso di getto, a quattro spioventi, per assicurare l'allontanamento dell'acqua dalla base dei pali e tutte le parti in vista dovranno essere intonacate con malta dosata a 400 kg di cemento tipo Portland classe 325 per metro cubo di sabbia vagliata;
4. esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
5. esecuzione della nicchia per l'incastro della palina di segnalazione antinebbia, con l'impiego di cassaforma;
6. per il pozzetto inglobati nel blocco di fondazione, esecuzione del pozzetto delle dimensioni riportate a disegno, con l'impiego di cassaforma;
7. fornitura e posa in opera, entro il blocco di calcestruzzo, di spezzoni di cavidotto in materiale plastico e delle dimensioni riportate a disegno, da connettere alla via cavi; spezzone di tubazione in PVC diametro esterno 125 mm (se non diversamente indicato), tra il pozzetto e la nicchia per l'incastro del palo, in corrispondenza dell'asola presente sul palo, avente di norma dimensione 150 x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionata con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
8. riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta, o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente, secondo le indicazioni della D.L., ovvero delle disposizioni contrattuali.

Nel caso in cui i blocchi di fondazione venissero a trovarsi in scarpate di terra o di materiale friabile e non fosse possibile spostarli in terreno più adatto, gli stessi dovranno essere protetti con sistemi che prescriverà la D.L.

L'Appaltatore, in ogni caso, ha l'obbligo, come già detto, di verificare, di ogni palo, la stabilità della fondazione, in relazione al tipo di palo ed alla natura del terreno su cui è impostata la fondazione stessa.

### *3.2.1 Pali di sostegno dei luminanzometri*

Le caratteristiche dimensionali e costruttive dei pali impiegati nell'impianto in oggetto sono riportate sui disegni di progetto e sulle Norme Tecniche specifiche.

1. Protezione contro la corrosione nella zona dell'incastro con il blocco di fondazione



I pali dovranno essere protetti contro la corrosione con guaina termorestringente; la protezione dovrà proteggere tutta la parte infissa e la parte esterna, per un minimo di 40 cm sopra il terreno.

2. Installazione del luminanzometro

Per il fissaggio della telecamera o del luminanzometro alla sommità del palo, dovranno essere previsti appositi sostegni fissati al palo, con dadi riportati in acciaio inossidabile M 10 x 1.

3. Collegamento dell'alimentazione

Il percorso dei cavi nel blocco e nell'asola inferiore dei pali, sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite due tubi in PVC flessibili serie pesante diametro 50 mm, posati all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

## 4. SPECIFICHE TECNICHE

Fanno parte integrale del progetto tutti i documenti richiamati nell'elenco elaborati.

Al presente capitolato sono allegate le specifiche tecniche di prodotto di seguito riportate.

- A. *QUADRI DI MEDIA TENSIONE*
- B. *TRASFORMATORI DI POTENZA ISOLATI IN RESINA*
- C. *QUADRI DI BASSA TENSIONE*
- D. *GRUPPI ELETTROGENI E QUADRI COMMUTAZIONE*
- E. *GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ*
- F. *IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA*
- G. *IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA*
- H. *CAVI ELETTRICI E VIE CAVI*
- I. *APPARECCHIATURE DI ILLUMINAZIONE E FM*
- J. *IMPIANTI DI MESSA A TERRA*
- K. *RETE DI CABLAGGIO STRUTTURATO*
- L. *SISTEMA DI TELECONTROLLO*
- M. *IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO*
- N. *SISTEMA DI RIVELAZIONE INCENDI*
- O. *VENTILAZIONE E PRESSURIZZAZIONE BY-PASS*
- P. *LOCALI TECNICI PREFABBRICATI*
- Q. *IMPIANTI SPECIALI DI LINEA*
- R. *SISTEMA DI VISUALIZZAZIONE BY-PASS*
- S. *VERNICIATURA GALLERIA*
- T. *RACCOLTA SVERSI ACCIDENTALI*
- U. *CARPENTERIE BY-PASS*
- V. *PORTE E PORTONI IN GALLERIA*
- Z. *MEDIA TENSIONE IN ITINERE*

## 5. VERIFICHE E NORME PER IL COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

### 5.1 Collaudo esecutivo degli impianti

Il collaudo esecutivo dovrà avere inizio dalla data di ultimazione dei lavori e concludersi, entro i termini definiti dai documenti contrattuali.

Si dovrà procedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme relative al tipo di impianto.

In particolare, occorrerà verificare che:

- siano state osservate le norme tecniche generali e di sicurezza;
- che gli impianti e i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel progetto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori con l'approvazione della D.L.;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- controllo della integrale rispondenza tra elaborati di progetto ed esecutivi e realizzazione.

### 5.2 Verifiche degli impianti elettrici

Le verifiche e le prove da eseguire sono quelle prima della messa in tensione e la successiva messa in servizio degli impianti.

Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza) siano conformi a quelle previste nei documenti di progetto.

Per la verifica in corso d'opera, per quella provvisoria a ultimazione dei lavori e per il collaudo esecutivo, la Ditta Appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione Appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le verifiche, senza potere, per ciò, accampare diritti a maggiori compensi.

#### 5.2.1 Verifica circuitale degli impianti (prove in bianco)

La verifica circuitale dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter ricevere tensione nei circuiti di potenza e che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni; in particolare, si dovrà controllare:

- lo stato generale dell'impianto installato: esame a vista (valido ai fini del Collaudo esecutivo, se effettuato a verbale di ultimazione lavori firmato) e comprendente la verifica delle protezioni contro i contatti diretti;
- la continuità elettrica dei circuiti (verifica degli I/O e dei segnali analogici tra i vari sistemi e verso i PLC);
- la misura d'isolamento dei circuiti e dei cavi, come riportato nel seguito;
- le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei sistemi di rivelazione incendio;
- l'efficienza dei comandi locali e di emergenza;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti (prove sui relè differenziali);
- la continuità delle messe a terra delle masse e delle masse estranee;
- la misura della resistenza totale di terra;
- le prove d'intervento delle protezioni contro i corto circuiti, ove questo sia possibile (relè indiretti).

#### 5.2.1.1 Esame a vista

Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferite all'impianto installato.

Il controllo dovrà accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative ed alle specifiche tecniche e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista dovranno essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni e misura di distanze, nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

#### 5.2.1.2 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Si dovrà verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori, si controllerà che il dimensionamento sia stato eseguito in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si verificherà, inoltre, che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

#### 5.2.1.3 Misura della resistenza di isolamento

La misura della resistenza di isolamento si eseguirà con l'impiego di un ohmmetro, la cui tensione continua sia di circa 125 V, nel caso di muratura su parti di impianto di categoria 0, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, di circa 500 V nel caso di misura su parti di impianto di 1<sup>a</sup> categoria e 5 kV per quelli di 2<sup>a</sup> categoria.

La misura andrà effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori dovranno essere disinseriti.

La misura va riferita a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 Ω per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 Ω per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:

- 250.000 Ω per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 Ω per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

La Norma CEI 64-8 relativa agli *impianti elettrici d'illuminazione pubblica*, prescrive che l'intero sistema elettrico, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza d'isolamento verso terra non inferiore a:

$$\frac{2U_0}{L + N} = M\Omega$$

dove:

U<sub>0</sub> è la tensione nominale verso terra in kV, con un minimo di 1 kV;

L è la lunghezza complessiva della linea in chilometri con un minimo di 1 km;

N è il numero di apparecchi d'illuminazione presenti nel sistema elettrico.

#### 5.2.1.4 Verifica della sfilabilità dei cavi

Si dovrà procedere a estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi; la verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale compresa tra 1 e 5% della lunghezza totale.

A questa verifica prescritta dalla norma CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili), si dovranno aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, nonché al dimensionamento dei tubi o condotti; quest'ultima verifica si dovrà effettuare a mezzo di apposita sfera, come descritto nella norma CEI dianzi richiamata.

#### 5.2.1.5 Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione va eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova, mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Dovranno essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo, si farà riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture.

Le letture dei due voltmetri verranno eseguite contemporaneamente e si procederà poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

#### 5.2.1.6 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Si dovrà controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

#### 5.2.1.7 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Dovranno essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norma CEI 64-8) e, in particolare:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione; si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori, sia delle giunzioni. Occorrerà, inoltre, controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;

- controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente differenziale; se richieste dall'Amministrazione Appaltante, verranno eseguite misure delle tensioni di contatto e di passo.

#### 5.2.1.8 Verifica funzionale

La verifica funzionale dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente secondo il progetto e con tutti gli interblocchi operativi e di sicurezza; fanno parte di queste prove:

- la messa in esercizio dei sistemi di distribuzione primaria;
- il controllo del funzionamento di:
  - commutazioni rete – gruppo elettrogeno,
  - i vari assetti che l'impianto d'illuminazione e di ventilazione in galleria possono assumere;
- la messa in servizio degli apparati di supervisione;
- la verifica sulle postazione di supervisione degli allarmi e degli stati, le pagine video, ecc.

### **5.3 Collaudo dell'impianto di ventilazione**

Il collaudo in opera dell'impianto di ventilazione prevede le seguenti tipologie di prove:

1. prove aerauliche;
2. prove controllo e gestione dei fumi e pressurizzazione gallerie di emergenza.

#### 5.3.1 Prove aerauliche

Le prove aerauliche prevedono le seguenti misure:

1. misure della velocità media del flusso d'aria longitudinale, attraverso una griglia di sensori anemometrici opportunamente scelta;
2. misure delle condizioni meteo climatiche ai portali della galleria:
  - pressione barometrica,
  - velocità e direzione del vento,
  - temperatura dell'aria,
  - umidità relativa dell'aria.

Le misure di velocità devono essere effettuate per differenti regimi di ventilazione, quali:

1. ventilazione naturale;
2. regime di massima potenza;

3. flusso longitudinale minimo con una velocità media non superiore a 1 m/s;
4. regime di potenza ridotta, pari al 50% della potenza massima.

Ulteriori condizioni di prova saranno da concordare con la direzione lavori, a seguito dei risultati ottenuti nelle precedenti misurazioni.

Le misure di velocità devono, inoltre, consentire la verifica dell'efficacia dei sensori di velocità dell'aria installati in galleria ed eventualmente effettuare la taratura.

### 5.3.2 Prove controllo e gestione dei fumi

Le prove di controllo e gestione dei fumi si intendono effettuate a valle delle prove aerauliche; queste hanno la finalità di verificare la possibilità di controllare il moto dei fumi generati da un evento di incendio.

Le prove possono essere effettuate con fumi freddi o con simulazione di incendio sul campo.

Il generatore di fumi, siano essi freddi o caldi, non deve superare portate volumetriche superiori a  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  e, in caso di simulazione di incendio, le temperature in volta in prossimità del focolaio devono essere inferiori a  $200^\circ\text{C}$ .

Le prove devono verificare:

- la capacità dell'impianto di ventilazione di orientare il moto dei fumi;
- i tempi di inversione del flusso longitudinale;
- possibile riduzione della velocità del flusso longitudinale.

### 5.3.3 Prove meccaniche

#### 5.3.3.1 Equilibratura

Il gruppo girante / motore elettrico sarà equilibrato staticamente e dinamicamente, secondo ISO1940.

#### 5.3.3.2 Survelocità

La girante, completa di pale, sarà provata per 30 minuti primi ad una velocità di rotazione del 20% superiore a quella di sincronismo del motore elettrico.

#### 5.3.3.3 Carichi dinamici

Qualora il carico dinamico a regime superasse il 4% del peso del gruppo elettroventilatore, l'appaltatore è tenuto ad interporre, tra ventilatore ed ancoraggi, idonei antivibranti aventi fattore di trasmissione non superiore al 15%.

#### 5.3.3.4 Controllo prestazioni

##### 5.3.3.4.1 Materiali

Costituiranno parte integrante della fornitura, le prove di laboratorio per le verifiche a fatica e le radiografie ai raggi X della girante, dell'albero e del sistema di pale.

##### 5.3.3.4.2 Misure aerauliche

Dovranno essere controllate la portata d'aria attraverso la girante, la spinta del ventilatore e la potenza assorbita dalla girante, entrambi riferiti al peso specifico dell'aria a 0°C.

La portata dovrà essere verificata sulla base delle normative ISO DP 5801, ISO13550 con il metodo del boccaglio calibrato.

La misura della spinta dovrà essere effettuata da entrambe le direzioni, con carro dinamometrico dotato di cuscinetti a basso attrito; il valore della spinta effettiva sarà dato dalla differenza del valore misurato con ventilatore a regime stazionario e valore della resistenza d'attrito misurata con ventilatore inattivo.

Non sono ammesse tolleranze in meno, inclusi gli errori di misura, sul valore garantito dalla spinta; é ammessa, invece, una tolleranza sulla potenza assorbita del 5%.

##### 5.3.3.4.3 Misure di rumorosità

Per la determinazione della rumorosità del ventilatore, si richiedono misure di potenza sonora.

Le misure di potenza sonora devono essere effettuate su entrambi i lati di un ventilatore, con due silenziatori installati in conformità alle norme ISO 13350, ISO 3741.

La determinazione del livello di pressione sonora a 10 m deve essere effettuata per via analitica, a partire dalle misure di potenza sonora, ed eventualmente supportata da misure in campo libero, qualora la Direzione Lavori lo ritenesse necessario.

##### 5.3.3.4.4 Sicurezze di impianto

Ogni ventilatore dovrà essere corredato:

- di catene di ancoraggio alla volta di galleria;
- sensori di controllo dell'equilibratura della girante.

#### 5.4 Prove idrauliche

Tutte le tubazioni al termine del montaggio e nel caso di esecuzione di tronchi parziali, saranno sottoposte a prove idrauliche di tenuta a freddo.

Per pressioni di esercizio nei circuiti, inferiori a 15 bar, la pressione di prova sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio.



Per pressioni di esercizio superiore a 15 bar, la prova idraulica di tenuta verrà eseguita ad una pressione superiore di 5 bar rispetto a quella di esercizio.

I sistemi verranno tenuti in pressione per 24 ore nel corso delle quali verranno eseguiti ripetuti controlli di tenuta; nel caso si verificano cadute di pressione dovute a perdite, l'appaltatore sarà tenuto all'immediata riparazione ed alla esecuzione di nuove prove.

Al termine delle prove idrauliche di tenuta svoltesi con esito positivo, verrà emesso regolare certificato delle prove eseguite; in seguito dovranno essere accuratamente lavate, scaricando il contenuto delle tubazioni dai drenaggi.

Il controllo dello stato finale di pulizia delle tubazioni verrà effettuato alla presenza della Direzione dei Lavori.

## 6. DOCUMENTAZIONE E MANUALI D'ISTRUZIONE

### 6.1 Documentazione

Alla fine dei lavori l'Appaltatore, dovrà fornire a sua cura e spese, compreso nel prezzo a corpo offerto, disegno di consuntivo rappresentante i percorsi cavi, le canalizzazioni esistenti o da realizzare, le sezioni dei cavi installati, completo dello schema unifilare, comprensivo del valore della misura dell'impianto di terra in Ohm.

Per le parti meccaniche dovranno essere consegnati i disegni d'ingombro ed i dettagli costruttivi indispensabili per la manutenzione.

Tutta la documentazione dovrà essere presentata in una copia riproducibile, oltre a 5 copie eliografiche debitamente firmate; inoltre, i succitati documenti dovranno essere riportati su disco ottico, nei formati stabiliti dalla Committente.

In relazione alle Norme CEI 17-13/1, l'Appaltatore dovrà rilasciare alla Committente il certificato di collaudo dei quadri elettrici installati, in duplice copia.

Si richiede, inoltre, relativamente ai proiettori, la certificazione di rispondenza alla vigente normativa in materia di compatibilità elettromagnetica, del corpo illuminante nel suo complesso, compreso gli ausiliari di accensione; detta certificazione dovrà essere rilasciata da ente preposto.

A fine installazione e dopo la messa in servizio, l'Appaltatore è tenuto a revisionare tutti i documenti "COME COSTRUITO"; la D.L. procederà ad un controllo a "campione" sulla correttezza delle revisioni.

### 6.2 Manuali d'istruzione

Dovranno essere fornite 8 copie delle raccolte dei manuali d'istruzione, comprendenti i libretti d'istruzione, manuali funzionali d'uso e manutenzione, cataloghi e bollettini di collaudo e di conformità.

La raccolta dovrà comprendere anche un indice dei documenti inseriti nella raccolta e l'elenco disegni dell'impianto, oltre ad una descrizione sommaria dell'impianto e le operazioni di avviamento, ripristino e interventi d'emergenza.

**INDICE****A – Quadri di media tensione**

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....</b>	<b>4</b>
3.1 DATI AMBIENTALI.....	4
3.2 DATI ELETTRICI.....	4
3.3 DATI MECCANICI.....	5
3.3.1 <i>Dati dimensionali</i> .....	5
3.3.2 <i>Caratteristiche costruttive</i> .....	5
3.3.3 <i>Organizzazione delle apparecchiature</i> .....	6
3.3.4 <i>Messa a terra</i> .....	7
3.3.5 <i>Interblocchi e sicurezze</i> .....	8
3.3.6 <i>Verniciatura e trattamenti</i> .....	8
3.3.7 <i>Targhe</i> .....	9
3.3.8 <i>Circuiti ausiliari</i> .....	9
3.3.9 <i>Apparecchiature ausiliarie, accessori e varie</i> .....	10
<b>4. APPARECCHIATURE .....</b>	<b>12</b>
4.1 GENERALITÀ.....	12
4.2 INTERRUTTORI .....	12
4.3 INTERRUTTORI DI MANOVRA - SEZIONATORI .....	14
4.4 RELÈ DI PROTEZIONE.....	15
4.4.1 <i>Caratteristiche generali</i> .....	15
4.4.2 <i>Protezioni arrivi linea e partenze</i> .....	18
4.4.3 <i>Relè di protezione contro i guasti a terra lato BT</i> .....	18
4.5 TRASFORMATORI DI CORRENTE E DI TENSIONE .....	19
4.5.1 <i>Trasformatori di corrente (TA) per misure e protezioni</i> .....	19
4.5.2 <i>TA toroidali</i> .....	21
4.5.3 <i>Trasformatori di tensione (TV) per misure e protezioni</i> .....	21
4.6 TERMINAZIONI.....	22
4.7 COMPLESSI CAPACITIVI PER RILEVAZIONE PRESENZA TENSIONE .....	22
<b>5. PROVE .....</b>	<b>23</b>



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali dei quadri di Media Tensione fino a 24 kV di tipo protetto, inseriti nelle cabine elettriche di trasformazione.

Ogni quadro sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- lamiera di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- attacchi per collegamento cavi di potenza compresi, cavi e terminali esclusi dalla presente, ma descritti in altra specifica;
- morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni compresa, cavi e capicorda.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Il quadro e le apparecchiature oggetto della fornitura saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI EN (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e, in particolare:

- CEI EN 60694, classificazione CEI 17-21 (IEC 60694) “Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando in alta tensione”;
- CEI EN 62271-100, classificazione CEI 17-1 (IEC 62271-100) “Apparecchiature ad alta tensione – parte 100: interruttori a corrente alternata ad alta tensione”;
- CEI EN 62271-200, classificazione CEI 17-6 (IEC 62271-200) “Apparecchiature ad alta tensione – parte 200: apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV”;
- CEI EN 62271-102, classificazione CEI 17-83 (IEC 62271-102) “Apparecchiature ad alta tensione – parte 102: sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata”;
- CEI EN 61000-4-2, classificazione CEI 210-34 (EN 61000-4-2) “Compatibilità elettromagnetica (EMC)”.
- CEI EN 60044-1, classificazione CEI 38-1 (IEC 60044-1) trasformatori di misura parte 1: “Trasformatori di corrente”;
- CEI EN 60044-2, classificazione CEI 38-2 (IEC 60044-2) “trasformatori di misura parte 1: “Trasformatori di tensione induttivi”;
- CEI EN 60529, classificazione CEI 70-1 (IEC 60529) “Gradi di protezione degli involucri (codice IP)”;
- CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.

Il quadro dovrà rispondere alle regole e norme previste dalla Legislazione Italiana e, in particolare:

- conformità alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni;
- conformità al punto 11 del D.P.R. 341, relativo ai recipienti in pressione.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

Il quadro dovrà essere realizzato da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

#### 3.1 Dati ambientali

Temperatura ambiente:	massima +40 °C; minima -5 °C.
Umidità relativa:	con temperatura +20°C, inferiore al 90%; con temperatura +40°C, inferiore al 50%.
Altitudine	< 1500 metri s.l.m.

#### 3.2 Dati elettrici

Le specifiche tengono conto delle caratteristiche attuali di allacciamento standard a 15 e 20 kV; sarà compito dell'appaltatore verificare le caratteristiche al momento opportuno ed adempiere alle richieste dell'ente erogatore a proprie spese.

Tensione nominale fino a:	24 kV
Tensione esercizio fino a:	20 kV
Numero delle fasi:	3
Livello nominale di isolamento:	
– tensione di tenuta ad impulso 1,2/50 µs a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta):	125 kV
– tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi:	50 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Corrente nominale sbarre principali:	630 A
Corrente nominale sbarre di derivazione:	630 A
Corrente nominale ammissibile di breve durata:	12,5 kA
Corrente nominale ammissibile di picco:	31,5 kA
Durata nominale del corto circuito:	1"
Potere di interruzione degli interruttori:	12,5 kA
Alimentazione ausiliaria:	
– motore carica molle, segnalazioni, anticondensa	110 Vcc
– bobina di apertura, selettività logica e linea seriale	230 Vca
Corrente di corto circuito I <sub>cn</sub> rete alimentazione ausiliari	15 kA
Sezioni circuiti MT:	
in arrivo	95 mm <sup>2</sup> ,
ai trasformatori	50 mm <sup>2</sup> ,
isolamento cavo	12/20 kV

Terminali quadri previsti: 3 terminali unipolari

Il quadro dovrà garantire, inoltre, la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro a 24 kV, fino a 12,5 kA, per 0,7 s.

### **3.3 Dati meccanici**

#### *3.3.1 Dati dimensionali*

Il quadro sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, aventi le seguenti dimensioni di ingombro massime:

- larghezza: 375/750 mm;
- profondità: 1020 /1485 mm;
- altezza: 2050 mm.

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- anteriormente: 1200 mm;
- posteriormente: 30 mm;
- lateralmente: 25 mm.

#### *3.3.2 Caratteristiche costruttive*

La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni, mentre sulla base della struttura portante saranno previsti i fori per il fissaggio al pavimento tramite tasselli ad espansione.

L'involucro metallico di ogni unità comprenderà:

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali;
- un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno, fissato con viti;
- un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature;
- due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità;
- le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate; in quest'ultimo caso, dovranno essere smontabili solo dall'interno.

Il pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature, sarà interbloccato con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità, ed avrà due oblò di ispezione della cella; le misure ed i comandi saranno non sporgenti.

Il grado di protezione dell'involucro esterno sarà maggiore o uguale a IP3X. Tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti sarà IP20; invece, il grado di protezione a porte aperte sarà maggiore o uguale di IP2XC.

Le unità saranno realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti su entrambi i lati del quadro; pertanto, saranno previste delle chiusure laterali di testa, con pannelli in lamiera smontabili dall'interno mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.

Per garantire un adeguato isolamento, le connessioni saranno protette con rivestimento siliconico ed isolate in aria; gli isolatori saranno in resina epossidica, con diffusori di campo elettrico metallici od in silicone bicomponente.

I provvedimenti costruttivi contro l'incendio prevederanno l'impiego di materiali isolanti autoestinguenti, diaframmi e carpenteria solo metallici.

La sicurezza degli operatori sarà raggiunta con l'impiego di semplici e robusti interblocchi che impediscono l'accesso.

### 3.3.3 Organizzazione delle apparecchiature

La cella apparecchiature MT sarà sistemata nella parte inferiore frontale dell'unità, con accessibilità tramite pannello asportabile; in base alle diverse funzioni, dovrà contenere:

- interruttore in SF<sub>6</sub>, montato su carrello, in esecuzione scollegabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori;
- interruttore di manovra - sezionatore (IMS) o sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF<sub>6</sub>;
- fusibili di media tensione;
- terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- trasformatori di misura in resina epossidica;
- tubo metallico flessibile riporto circuiti ausiliari in cella strumenti;
- comando e leverismi dei sezionatori di terra;
- sbarra di messa a terra.

La cella sbarre sarà ubicata nella parte superiore dell'unità e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico; il sistema di sbarre sarà collegato e sostenuto dagli attacchi superiori del sezionatore o dell'interruttore di manovra sezionatore.

Le sbarre attraverseranno le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali, nelle unità giro sbarre e di derivazione, saranno in materiale organico, per tensione nominale fino a 24 kV.

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, la cella sbarre è segregata dalle celle apparecchiature con grado di protezione IP20.

Le eventuali celle strumenti saranno posizionate sulla parte frontale e superiore dell'unità; saranno corredate di una portella incernierata, con chiavistelli e dovranno poter contenere:

- morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno;
- tutte le apparecchiature di comando e segnalazione, contrassegnate con opportune targhette indicatrici;
- strumenti di misura, relè ausiliari, ecc.;
- unità di misura e protezione (relè) a microprocessore.

Le sbarre principali e di derivazione saranno realizzate in piatto di rame rivestito con isolanti siliconici termorestringenti, isolate in aria, e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito limite (termico per 1 secondo e dinamico di cresta) dell'impianto.

Le parti isolanti garantiranno la resistenza all'inquinamento ed all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro saranno autoestinguenti e, inoltre, saranno scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

### **3.3.4 Messa a terra**

L'impianto di terra principale di ciascuna unità sarà realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a  $125 \text{ mm}^2$ , al quale saranno collegati, con conduttori o sbarre di rame, i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi; in prossimità di tali supporti, sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

Tutte le parti metalliche, i sezionatori di terra ed i secondari dei trasformatori di misura dovranno essere allacciati, mediante conduttori, ad una sbarra collettrice di rame disposta lungo tutto il quadro; tale sbarra dovrà essere allacciata al sistema di terra generale dell'impianto e non potrà essere contenuta nella cella "barre collettrici", né attraversarla, e dovrà essere disposta lontano dai circuiti principali. Essa dovrà essere dimensionata secondo quanto prescritto dall'art. 20 delle Norme CEI 17-6.

Tutti i conduttori di terra dovranno avere guaina giallo-verde e dovranno essere dimensionati per la corrente di breve durata ammissibile prevista per il quadro, senza che si generino sollecitazioni termiche tali da deteriorare gli isolanti e la conformazione stessa dei conduttori e che possano resistere agli sforzi elettromeccanici senza subire deformazioni permanenti o manifestare rotture.

Per le porte incernierate e le serrande, l'interconnessione con la carpenteria, o direttamente con la barra di terra, dovrà essere realizzata mediante conduttori flessibili di sezione minima pari a  $16 \text{ mm}^2$ .

La barra di terra del quadro dovrà essere provvista di opportuni attacchi per il collegamento intermedio di tutti i moduli e di attacchi di estremità per il collegamento ai collettori di terra più prossimi; la sbarra di terra sarà predisposta, altresì, al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

### 3.3.5 Interblocchi e sicurezze

Le unità saranno dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere, oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare, saranno previsti i seguenti interblocchi:

1. blocco a chiave tra l'interruttore ed il sezionatore di linea; l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore;
2. blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra; la chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa;
3. blocco meccanico tra il sezionatore di terra ed il pannello di accesso; sarà possibile asportare il pannello solo a sezionatore di terra chiuso;
4. blocco elettronico che permette l'accesso alla cella del trasformatore solo quando il sezionatore di terra del relativo pannello è in posizione di chiuso.

Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile, tipo Profalux, in unica copia.

### 3.3.6 Verniciatura e trattamenti

Tutta la struttura metallica delle unità, salvo le parti in lamiera zincata a caldo, sarà opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza alla corrosione.

La struttura metallica delle porte esterne degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata, in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, secondo il seguente ciclo:

- pre-sgrassatura e sgrassatura alcalina tensioattiva calda (60/70°C);
- doppio lavaggio, attivazione, fosfatazione, lavaggio, passivazione, essiccazione, verniciatura elettrostatica a polvere 180°C tipo epossipoliestere spessore 60  $\mu$  (-0+20) film secco, mano a finire gofrata.

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50  $\mu$ m.

Il grado di protezione dovrà essere pari a circa 8, corrispondente al grado Re2 della scala europea del grado di arrugginimento (SVENK STANDARD SIS 185111) nell'arco di 5 anni.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza, secondo le norme ISO 2409 e DIN 53.151.

Altri cicli equivalenti possono essere presentati per approvazione alla D.L.

L'aspetto delle superfici risulterà semilucido, gofrato, con un punto di colore RAL (interno/esterno) standard del costruttore.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso saranno protetti mediante zincatura elettrolitica.

### 3.3.7 Targhe

Il quadro sarà completo di tutti gli apparecchi di protezione, misura, comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità saranno presenti i seguenti cartelli e targhe:

1. targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità, l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, la corrente di breve durata nominale ed il numero di matricola;
2. schema sinottico;
3. indicazioni del senso delle manovre;
4. targa monitoria.

### 3.3.8 Circuiti ausiliari

All'interno di ciascuna cella ausiliari di BT, dovrà essere prevista una morsettiera, alla quale faranno capo i circuiti di misura e di protezione (secondari dei TA e dei TV) ed i circuiti di comando e segnalazione relativi alle apparecchiature installate nello scomparto; la morsettiera dovrà essere costituita da morsetti componibili in melamina e dovrà avere una numerazione progressiva;

I singoli morsetti dovranno essere con fissaggio a vite del tipo antivibrante, adatti a ricevere conduttori delle seguenti sezioni:

- fino a  $6 \text{ mm}^2$ , per i circuiti volumetrici e le alimentazioni ausiliarie;
- fino a  $10 \text{ mm}^2$ , per i circuiti amperometrici;

I morsetti dei circuiti voltmetrici dovranno essere del tipo sezionabile, quelli dei circuiti amperometrici del tipo sezionabile-cortocircuitabile.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto; dovrà, inoltre, essere previsto un numero di morsetti aggiuntivi di numero pari al 5% dei morsetti utilizzati, con un minimo di 5 unità.

I circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti mediante cavi e/o conduttori aventi le seguenti caratteristiche:

- avere conduttori flessibili in rame con sezione:
  - non inferiore a  $1,5 \text{ mm}^2$  per i circuiti normali (comunque di sezione tale da non causare cadute di tensione superiori del 3% del valore nominale nei casi di solenoidi, resistenze, ecc.);
  - non inferiore a  $2,5 \text{ mm}^2$  per i circuiti di misura voltmetrici ed amperometrici;
  - non inferiore a  $4 \text{ mm}^2$  per l'alimentazione delle resistenze anticondensa; la sezione dei conduttori per i circuiti di protezione alimentati da TA e TV dovrà essere comunque adatta alle condizioni precedentemente descritte;
- avere un isolamento adatto per le seguenti tensioni di esercizio:

- Eo/E 0,6/1 kV per i cavi;
- Eo/E 0,45/0,75 kV per i conduttori;
- non essere propaganti l'incendio secondo le Norme CEI 20-22/2, 20-35, 20-36;
- negli eventuali attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione, i cavi e/o i conduttori dovranno avere il rivestimento isolante non direttamente a contatto con la lamiera ed essere opportunamente protetti con materiali non metallici resistenti all'invecchiamento e non propaganti la fiamma;
- le canalette in plastica contenenti i vari conduttori di cablaggio interno agli scomparti dovranno essere di materiale autoestinguento e non dovranno essere occupate per più del 70% della loro sezione;
- i conduttori di collegamento agli apparecchi montati su portelle dovranno essere raggruppati in fasci flessibili disposti, ancorati e protetti in modo tale da escludere deterioramento meccanico e sollecitazioni sui morsetti durante il movimento delle ante;
- i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti da condotti metallici opportunamente messi a terra;
- sulla parte anteriore del pannello, o dei moduli componenti, devono essere accessibili i pulsanti (o manipolatori) di comando di apertura e chiusura interruttore;
- sul fronte del pannello, devono essere previste le seguenti segnalazioni:
  - LED verde acceso per pannello in funzionamento corretto, o LED rosso acceso per pannello con anomalia in corso;
  - segnale memorizzato di scatto generico protezione di massima corrente;
  - segnale memorizzato di scatto generico protezione di terra;
  - LED di posizione interruttore:
    - interruttore aperto (LED verde),
    - interruttore chiuso (LED rosso).

Il dispositivo di comando dell'interruttore deve:

- emettere comandi di apertura dell'interruttore, come conseguenza dell'attività delle protezioni; il comando di apertura deve permanere fino al ricadere dello stato logico di scatto che l'ha determinato e, comunque, per un tempo minimo di 150 ms;
- emettere comandi di apertura intenzionali e di chiusura intenzionali dell'interruttore, per effetto dell'azione sui pulsanti di comando manuale posti sul fronte del pannello; il comando deve permanere per un tempo minimo di 150 ms.

### 3.3.9 Apparecchiature ausiliarie, accessori e varie

Ogni scomparto di quadro dovrà essere munito di una o più resistenze anticondensa autoregolanti.



Le celle dovranno essere munite di armature per illuminazione, complete di lampade ad incandescenza che si accenderanno dall'esterno a mezzo di interruttori predisposti nell'involucro esterno del quadro; la sostituzione delle lampade contenute nelle celle potrà essere eseguita senza rimuovere parti di altri circuiti.

Il quadro, inoltre, dovrà essere completo dei seguenti accessori:

- serie di leve e di attrezzi speciali;
- vernice per ritocchi (barattolo di 1 kg);
- carrello per la movimentazione dell'interruttore;
- n° 3 portalampe per parti di ricambio di primo impiego;
- n° 10 lampade di segnalazione e 2 d'illuminazione interna, per parti di ricambio di primo impiego;
- n° 3 fusibili ausiliari per ogni tipo e corrente nominale installato, per parti di ricambio di primo impiego.

## 4. APPARECCHIATURE

### 4.1 Generalità

Le apparecchiature principali montate nel quadro saranno adeguate alle caratteristiche di progetto e risponderanno a quanto sottoindicato.

### 4.2 Interruttori

Gli interruttori saranno del tipo ad autocompressione ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione, secondo il concetto di "sistema sigillato a vita", in accordo alla normativa CEI 17-1 allegato EE, con pressione relativa del SF<sub>6</sub> di primo riempimento a 20°C uguale a 0,5 bar relativi; il gas impiegato sarà conforme alle norme CEI 10-7.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili.

L'eventuale operazione di manutenzione o sostituzione di un interruttore in partenza dovrà essere possibile in continuità di esercizio, cioè senza dover togliere tensione a tutto il quadro, ma solo al ramo interessato.

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- sganciatore di minima tensione;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando dell'interruttore sarà garantito per 10.000 manovre; la lubrificazione del comando sarà consigliata dopo 5000 manovre o, comunque, ogni 5 anni.

Apparecchi con caratteristiche inferiori saranno considerati tecnologicamente inadeguati all'utilizzo.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata, a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore e, in caso di emergenza, con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero, assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1.

Di seguito, sono riportate le caratteristiche degli interruttori.



Denominazione	Caratteristiche
Tipo isolante	SF6
Esecuzione interruttore	fissa
Tensione nominale (Ue) a 50 Hz	24 kV
Tensione di funzionamento (Ub)	15 o 20 kV
Corrente nominale	630 A
Potere di interruzione I <sub>sc</sub>	12,5 kA eff
Potere di chiusura	31,5 kA eff
Corrente di breve durata ammissibile	12,5 kA eff per 3s
Meccanismo di comando	ad accumulazione di energia
Comando	manuale/elettrico
Caricamolle	elettrico
Contatto di segnalazione interruttore protezione motoriduttore caricamolle	presente
Possibilità di apertura e chiusura manuale	presente
Comando elettrico d'apertura e chiusura a distanza	presente
Blocco chiave estraibile ad interruttore aperto	presente
Sgancio di chiusura	presente
Sganciatore di apertura con contatti ausiliari	presente
Sistema antipompaggio	presente
Spine e prese per i circuiti ausiliari	presenti
Contatti ausiliari cablati a morsettiera	presenti
Pressostato e contatti per insufficiente e bassa pressione	presenti
Contamanovre per conteggio complessivo dei cicli di apertura e chiusura	presente
Manipolatore apre - chiude sulla cella ausiliari	presente
Carrello di scorrimento su ruote	presente
Riduttori di corrente accorpati (o separati), atti ad alimentare il relè di massima corrente elettronico di protezione, montato sul comando, con classe e fattore limite di precisione adeguati alla protezione	presenti
Sganciatore a microprocessore di protezione di massima corrente	presente

### 4.3 Interruttori di manovra - sezionatori

Gli interruttori di manovra - sezionatori (IMS) avranno le seguenti caratteristiche:

- tipo rotativo sottocarico con interblocchi;
- realizzato con un involucro "sigillato a vita" (CEI 17-1 allegato EE), di resina epossidica, con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20°C uguale a 0,5 bar;
- volume interno dell'involucro del sezionatore inferiore a 25 litri;
- tale involucro dovrà possedere un punto a rottura prestabilito, per far defluire verso l'esterno le eventuali sovrappressioni che si manifestassero all'interno dello stesso;
- le sovrappressioni saranno evacuate in modo tale da non provocare alcun pericolo per le persone;
- il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, secondo la manovra, il seguente stato:
  - Chiuso sulla linea - Aperto - Messo a terra;
- il potere di chiusura e della messa a terra sarà uguale a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata;
- sarà possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore tramite un apposito oblò;
- all'occorrenza, dovrà ricevere sia la motorizzazione, sia eventuali blocchi a chiave.

L'IMS sarà utilizzato nelle unità prive di interruttore, mentre il sezionatore sarà utilizzato sia da solo, sia in presenza di interruttore.

I comandi dei sezionatori e dell'IMS saranno posizionati sul fronte dell'unità; gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile.

Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre sarà conforme alle norme CEI 16-5; inoltre, le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità delle manovre un momento non superiore ai 200 Nm.

Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per gli interblocchi descritti precedentemente.

Nel caso di unità con fusibili o interruttore, sarà previsto un secondo sezionatore di terra senza potere di chiusura pieno dell'impianto; la manovra dei due sezionatori sarà simultanea.

Di seguito, sono riportate le caratteristiche di queste apparecchiature.

Denominazione	Caratteristiche
Tipo isolante	SF6

Denominazione	Caratteristiche
Tensione nominale (Ue) a 50 Hz	24 kV
Tensione di funzionamento (Ub)	15 o 20 kV
Corrente nominale	630 A
Potere di chiusura	12,5 kA
Corrente nominale di breve durata 1s (Icw)	31,5 kA
Potere di chiusura del sezionatore di terra	12,5 kA
Contatti ausiliari per ogni posizione	presenti
Blocchi a chiave	presenti
Comando dei tre poli	presente
Meccanismo per impedire l'esecuzione di manovre errate	presente

#### 4.4 Relè di protezione

##### 4.4.1 Caratteristiche generali

I relè di protezione (a microprocessore) descritti in questa specifica saranno conformi alle seguenti normative sulla compatibilità elettromagnetica:

IEC 255-4	Tenuta dielettrica;
IEC 255-4	Impulso;
IEC 255-4 classe III	Onda oscillatoria smorzata a 1 MHz;
IEC 801-4 classe >IV	Transitori rapidi;
IEC 801-2 classe III	Scariche elettrostatiche.

Data l'importanza della funzione a cui devono assolvere, saranno costruiti in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità di funzionamento.

Le unità di protezione elettrica avranno struttura metallica, in modo da contrapporre una prima barriera agli eventuali disturbi, e potranno perciò essere installate direttamente sulla cella strumenti dello scomparto di media tensione.

Il grado di protezione richiesto è IP51 sul fronte; tali unità di protezione saranno alimentate da una sorgente ausiliaria (in c.c. o c.a., in funzione della disponibilità dell'installazione) e saranno collegate al secondario dei TA e dei TV dell'impianto.

Oltre alle funzioni di protezione e misura, le unità di protezione elettrica dovranno essere idonee a svolgere i seguenti compiti:

- auto test alla messa in servizio e autodiagnostica permanente, che consentano di verificare con continuità il buon funzionamento delle apparecchiature;

- automatismi di scomparto, con i quali realizzare il controllo e il comando degli organi di manovra.

Per facilitare le operazioni di montaggio e di verifica, le connessioni dei cavi provenienti dai TA, dei cavi verso la bobina di comando dell'interruttore e le segnalazioni saranno realizzate mediante connettori posteriori.

Anteriormente, saranno presenti una tastiera ed un visore per la lettura delle misure, dei parametri regolati e per l'interrogazione dell'elenco degli allarmi; sul fronte dell'unità si troveranno inoltre:

- indicatore di presenza tensione ausiliaria;
- indicatore di intervento della protezione;
- indicatore dello stato (aperto o chiuso) dell'interruttore comandato;
- indicatore di anomalia dell'unità.

Saranno disponibili almeno:

- 1 contatto N.A. per il comando dell'interruttore;
- 1 contatto N.A. e 1 contatto N.C. per la segnalazione di intervento;
- 1 contatto N.A. e 1 contatto N.C. per l'autodiagnostica (Watch-Dog).

Sarà, inoltre, possibile predisporre l'unità di protezione all'impiego della selettività logica o accelerata; per questo saranno disponibili l'ingresso per la ricezione del segnale di blocco e l'uscita per l'emissione del segnale di blocco.

La regolazione delle soglie avverrà direttamente in valori primari nelle relative grandezze espresse in corrente o tempo, rendendo più semplice l'utilizzo e la consultazione all'operatore.

La regolazione delle protezioni e l'inserimento dei parametri dell'impianto avverranno tramite un terminale portatile e saranno accessibili solo dopo avere inserito il codice di accesso.

Le funzioni di misura che si potranno realizzare saranno:

- la misura delle tre correnti di fase;
- la misura della corrente omopolare;
- la misura delle correnti di intervento;
- la misura delle tre tensioni concatenate;
- la misura della frequenza;
- la misura della potenza attiva e reattiva e del fattore di potenza;
- la misura della energia attiva e reattiva.

Tali misure saranno disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.

Le funzioni di automatismo saranno realizzate attraverso un'opportuna programmazione delle stesse; in particolare, tali funzioni tendono a migliorare il controllo sullo

scomparto di media tensione e sull'interruttore, a ridurre i tempi di manutenzione e fuori servizio e a realizzare più efficacemente la selettività.

Gli automatismi di base che si dovranno prevedere:

- la selettività logica o accelerata;
- il controllo della bobina di apertura dell'interruttore;
- il controllo dello stato degli organi di manovra;
- il comando dell'interruttore in locale/distante;
- la ripetizione degli allarmi provenienti da pressostati, termostati, ecc.

Tali misure saranno disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.

Dovranno essere continuamente controllati:

- l'unità di elaborazione;
- l'alimentazione ausiliaria;
- i parametri di regolazione delle protezioni;
- la memoria interna ed i cicli di calcolo;
- la linea di comunicazione seriale.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione ed il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

Le unità di protezione elettrica dovranno essere equipaggiate di una linea di comunicazione seriale RS485, con protocollo di trasmissione dati di elevata diffusione JBUS; attraverso la linea seriale, sarà possibile trasferire, dal campo al centro di controllo, tutti quei dati che risultano utili alla gestione dell'impianto elettrico.

Ad esempio, si dovrà poter acquisire e trasmettere i seguenti segnali:

- stato dell'interruttore;
- stato del sezionatore di terra;
- stato del sezionatore di linea;
- stato delle protezioni (attivate o meno);
- indicazione di scatto per guasto;
- disponibilità interruttore;
- tutte le misure;
- eventuali allarmi provenienti dall'esterno e trattati dall'automatismo;
- comando di apertura e di chiusura dell'interruttore.

	Tensione	Corrente	Cosφ	Frequenza	kW	kVAr	kVA	kVArh	kVAh	kWh
<b>L1</b>	•	•								
<b>L2</b>	•	•								
<b>L3</b>	•	•								
<b>Neutro</b>	•	•								
<b>3 Ø</b>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

#### 4.4.2 Protezioni arrivi linea e partenze

Per le protezioni di massima corrente, o elettriche più in generale, dovranno essere impiegati relè di protezione a microprocessore del tipo indiretto, abbinati a trasformatori di corrente a cavo passante, con prestazioni adeguate all'impiego, ed anche a trasformatori di tipo toroidale per protezioni omopolari.

Per quanto riguarda lo scomparto interruttore generale di arrivo ENEL, il relè di protezione ed i relativi riduttori dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla specifica ENEL DK5600.

Per la protezione contro i guasti a terra, devono essere previsti dispositivi sia per il sistema con neutro isolato, sia per quello a terra tramite impedenza.

Dovranno, quindi, essere previsti:

- TV collegati a “triangolo aperto” e toroidi per le protezioni direzionali di terra sugli arrivi linea con sistema a neutro isolato;
- toroidi sulle partenze per la protezione di terra con sistema a neutro a terra tramite impedenza, e relè con la funzione di 50N - 51N (e 67 N in combinazione con TV a triangolo aperto).

#### 4.4.3 Relè di protezione contro i guasti a terra lato BT

Sul conduttore di messa a terra del centro stella del secondario dei trasformatori è inserito un TA per rilevare la corrente di guasto a terra lato BT; in particolare, la funzione del TA e del relè ad esso associato è quella di proteggere il tratto di circuito che va dai morsetti secondari del trasformatore a quelli d'ingresso dell'interruttore di arrivo linea lato BT.

Il relè di protezione (funzione 51N) viene posizionato sul pannello di MT, in quanto, in caso di guasto, solo aprendo l'interruttore di MT si può proteggere il circuito; con tale evento, il corrispondente arrivo linea lato BT viene comandato in apertura per “trascinamento”.

Il relè deve essere dotato di una soglia d'allarme che segnali la dispersione a terra prima che la corrente di guasto raggiunga il valore della soglia d'intervento.

Di seguito, sono riportate le caratteristiche dei relè di protezione

Denominazione	Caratteristiche	
Tensione ausiliaria d'alimentazione	230 Vca	
Ripristino	manuale	
Regolazione amperometrica	da 0,1 a 24 In	
Temporizzazione soglia d'allarme	da 0,05 a 300s	
Soglia d'intervento (trip)	10 Is	
Contatti in commutazione	01, 02	03, 04
Portata contatti	8 A	2 A
Potere d'interruzione per 230 V 50 Hz cosφ 0,4	5 A	1 A
Pulsante di test	Test spie luminose	
Pulsante di reset	Presente per cancellazione guasti e riarmo protezione	
Segnalazioni luminose	LED on verde; LED off rosso, più 9 spie configurabili	

#### 4.5 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione avranno caratteristiche elettriche, prestazioni e classe di precisione indicati nella descrizione tecnica dell'unità funzionale (schema unifilare); i trasformatori di corrente, in particolare, dovranno essere dimensionati per supportare le correnti di corto circuito (limite termico per 1 secondo e dinamico) dell'impianto.

In base alla necessità impiantistica, i trasformatori di tensione potranno essere del tipo 'polo a terra', inserzione 'fase-terra', o poli isolati inserzione 'fase-fase'.

I trasformatori di corrente e di tensione avranno isolamento in resina epossidica e dovranno essere adatti per installazione fissa all'interno delle unità ed essere esenti da scariche parziali.

##### 4.5.1 Trasformatori di corrente (TA) per misure e protezioni



Denominazione	Caratteristiche
Isolamento	a secco in resina epossidica
Tensione nominale d'isolamento	24 kV
Corrente di corto circuito simmetrica trifase del sistema	12,5 kA
Tensione di prova a frequenza industriale per 1 minuto	50 kV
Tensione di prova ad impulsi 1,2/50 $\mu$ s	125 kV
Corrente nominale primaria I <sub>pn</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>per arrivo linea: 300/5 ..... 10 P30<sup>1</sup></li><li>per misure: .../5 - 12 VA classe 0,5<sup>2</sup></li></ul>
Corrente nominale secondaria I <sub>sn</sub>	5 A
Corrente nominale termica di corto circuito per 1 s (I <sub>th</sub> )	100 I <sub>n</sub> <sup>3</sup>
Sovraccaricabilità permanente	120% I <sub>pn</sub>
Esenzione da scariche parziali	sì, secondo IEC 44 - 4
Ubicazione TA	Deve consentire, senza che ciò comporti un pericolo per l'operatore: <ul style="list-style-type: none"><li>la lettura della targa di almeno uno dei trasformatori tra loro uguali;</li><li>la verifica delle connessioni secondarie;</li><li>l'esecuzione sul posto delle verifiche e delle prove, tramite apposite morsettiere.</li></ul>

<sup>1</sup> Valori da definire in funzione delle caratteristiche delle protezioni, delle misure e sulla base delle normative ENEL/EDF

<sup>2</sup> Valori da definire in funzione delle caratteristiche delle protezioni, delle misure e sulla base delle normative ENEL/EDF

<sup>3</sup> La corrente nominale termica di corto circuito è il più elevato valore efficace della corrente primaria che il TA può sopportare per un secondo, con il secondario in corto circuito, senza che alcuna delle sue parti subisca danni permanenti. Per i circuiti amperometrici omeopolari, la sovraccaricabilità permanente deve essere  $\geq 5 I_{on}$ , quella transitoria (1s) deve essere  $\geq 50 I_{on}$ . Per i circuiti amperometrici di fase, la sovraccaricabilità permanente deve essere  $\geq 3 I_n$ , quella transitoria (1s) deve essere  $\geq 50 I_n$ .



#### 4.5.2 TA toroidali

Denominazione	Caratteristiche
Installazione	all'interno
Tipo	toroidale, da montare su cavo
Corrente primaria	100 A
Corrente nominale secondaria	1 A
Corrente nominale dinamica ( $I_{din}$ )	31,5 kA
Tensione di riferimento per l'isolamento	0,6 kV
Tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto	2 kV

#### 4.5.3 Trasformatori di tensione (TV) per misure e protezioni

Denominazione	Caratteristiche
Isolamento	a secco, in resina epossidica
Tensione nominale d'isolamento	24 kV
Tensione di prova a frequenza industriale per 1 minuto	50 kV
Tensione di prova ad impulsi 1,2/50 $\mu$ s	125 kV
Fattore di tensione (Ft) (DK 5600 pos. 7.1)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1,3 <math>U_n</math> inseriti tra le fasi</li><li>• 1,9 <math>U_n</math> per 8 ore tra fase e neutro</li></ul>
Sovraccaricabilità transitoria (1'')	2 $V_n$ (DK 5600 pos. 7.1)
Tensione nominale primaria ( $V_{pn}$ )	20: $\sqrt{3}$ kV
Tensione nominale secondaria	<ul style="list-style-type: none"><li>• 100:<math>\sqrt{3}</math> V</li><li>• 100:3 V, completo di resistenza antirisonanza</li></ul>
Prestazioni	50 VA
Classi di precisione	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,5 per misure</li><li>• 6P per protezioni</li></ul>
Esenzione da scariche parziali	sì, secondo IEC 44 - 4
Per la protezione omopolare, i TV connessi a triangolo aperto, in caso di guasto monofase a terra franco, dovranno fornire una tensione di 100 V; dovrà, inoltre, essere fornita la resistenza antirisonanza.	



#### **4.6 Terminazioni**

I collegamenti di MT in entrata / uscita dal quadro dovranno essere realizzati mediante terminali standard, del tipo a capicorda, di facile reperibilità, realizzazione e sicurezza.

#### **4.7 Complessi capacitivi per rilevazione presenza tensione**

I complessi capacitivi per rilevazione di presenza tensione dovranno essere composti da sensori di tensione (divisori capacitivi) e da una terna di lampade; devono segnalare la presenza di tensione in un particolare punto del circuito di media tensione.

La configurazione di interesse dovrà comprendere una traversa di isolatori capacitivi ed un dispositivo luminoso di presenza tensione.



## 5. PROVE

Il quadro sarà sottoposto, presso il costruttore, alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI 17-6; inoltre, saranno disponibili presso il costruttore i rapporti prova (test-report) relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su unità simili a quelli della presente fornitura:

- prova di corrente di breve durata;
- prova di riscaldamento;
- prova di isolamento;
- prova dielettrica (impulso) a 125 kV su tutte le celle.

## INDICE

### **B – Trasformatori di potenza isolati in resina a perdite ridotte**

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....</b>	<b>4</b>
3.1 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA .....	4
3.2 CONDIZIONI AMBIENTALI, CLIMATICHE E DI COMPORTAMENTO AL FUOCO	
3.3 ISOLAMENTO E RAFFREDDAMENTO .....	6
3.4 NUCLEO ED AVVOLGIMENTI.....	6
3.4.1 <i>Nucleo</i> .....	6
3.4.2 <i>Avvolgimento primario</i> .....	6
3.4.3 <i>Avvolgimento secondario</i> .....	7
3.5 TERMINALI.....	7
3.6 ACCESSORI .....	7
<b>4. DATI TECNICI DELLE MACCHINE DA FORNIRE.....</b>	<b>9</b>
<b>5. PROVE .....</b>	<b>11</b>



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali dei trasformatori di potenza trifase inglobati sotto vuoto in resina epossidica a perdite ridotte e con raffreddamento in aria naturale, inseriti nelle Cabine di Trasformazione MT/BT.

Ogni trasformatore sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- 4 rulli di scorrimento orientale;
- 4 golfari di sollevamento;
- ganci di traino sul carrello;
- 2 morsetti di messa a terra;
- targa delle caratteristiche;
- barre di collegamento con piastrina di raccordo per cavi MT;
- morsettiera di regolazione lato MT;
- barre di collegamento per cavi BT;
- certificato di collaudo.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

I trasformatori oggetto della fornitura saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI EN (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e, in particolare:

- CEI EN 60076-1 (CEI 14-4/1) “Trasformatori di potenza - Parte 1: Generalità”;
- CEI EN 60076-2 (CEI 14-4/2) “Trasformatori di potenza - Parte 2: Riscaldamento”;
- CEI EN 60076-3 (CEI 14-4/3) “Trasformatori di potenza - Parte 3: Livelli di isolamento, prove dielettriche e distanze isolanti in aria”;
- CEI EN 60076-4 (CEI 14-28) “Trasformatori di potenza - Parte 4: Guida per l'esecuzione di prove con impulsi atmosferici e di manovra - Trasformatori di potenza e reattori”;
- CEI EN 60076-5 (CEI 14-4/5) “Trasformatori di potenza - Parte 5: Capacità di tenuta al cortocircuito”;
- CEI EN 60076-10 (CEI 14-4/10) “Trasformatori di potenza - Parte 10: Determinazione dei livelli di rumore”;
- CEI EN 60076-11 (CEI 14-32) “Trasformatori di potenza - Parte 11: Trasformatori di tipo a secco”;
- CEI 14-7 “Marcatura dei terminali dei trasformatori di potenza”;
- CEI 14-12 “Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50 Hz, da 100 kVA a 2500 kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36 kV - Parte 1: Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24 kV”.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

Dovranno, inoltre, essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

Il trasformatore non necessita della marcatura CE, come indicato al paragrafo 5.4.2 della “Guide to the application of the Directive 89/336/EEC”, che lo esclude dal campo di applicazione della stessa Direttiva “High voltage inductor” e “High voltage transformer”.

### 3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

I trasformatori dovranno essere costruiti a regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità, in accordo con quanto stabilito dalle Norme di costruzione, dai regolamenti di sicurezza e dalla presente specifica.

#### 3.1 *Compatibilità elettromagnetica*

L'intensità del campo magnetico a bassa frequenza emesso dagli avvolgimenti risulta di valore limitato e, comunque, dello stesso ordine di grandezza, od inferiore, a quello del campo emesso dalle connessioni e dalle sbarre di bassa tensione; il suo valore decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore.

L'intensità del campo può essere sensibilmente ridotta mediante l'installazione del trasformatore entro un contenitore metallico (box).

Per quanto riguarda l'apparecchiatura di controllo della temperatura, od altri collegamenti ausiliari, comprese le sonde, saranno conformi alle norme CEI EN 50081-2 e CEI EN 50082-2.

#### 3.2 *Condizioni ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco*

Le norme di riferimento classificano i trasformatori a secco in relazione alle condizioni ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco, come descritto nelle tabelle seguenti.

<b>CLASSE AMBIENTALE</b>	<b>E0</b>	Sul trasformatore non si manifesta condensa e l'inquinamento è trascurabile; questa condizione si verifica nelle installazioni all'interno, in ambiente pulito e asciutto.
	<b>E1</b>	Condensa occasionale può manifestarsi sul trasformatore (per esempio, quando il trasformatore non è alimentato); è possibile la presenza di un modesto inquinamento.
	<b>E2</b>	Il trasformatore è soggetto a consistente condensa o a intenso inquinamento o ad una combinazione di entrambi i fenomeni.

<b>CLASSE CLIMATICA</b>	<b>C1</b>	Il trasformatore è atto a funzionare a temperature non inferiori a $-5^{\circ}\text{C}$ , ma può essere esposto durante il trasporto ed il magazzino a temperature ambiente sino a $-25^{\circ}\text{C}$ .
	<b>C2</b>	Il trasformatore è atto a funzionare, essere trasportato ed immagazzinato a temperature ambiente sino a $-25^{\circ}\text{C}$ .

<b>CLASSE DI COMPORTAMENTO AL FUOCO</b>	<b>F0</b>	Non è previsto un particolare rischio di incendio; non vengono prese particolari misure per limitare l'infiammabilità, a parte le caratteristiche intrinseche al progetto del trasformatore.
	<b>F1</b>	Trasformatori soggetti a rischio di incendio; è richiesta un'infiammabilità ridotta. Entro un tempo determinato, da concordarsi, se non specificato da Norma CEI, tra costruttore ed acquirente, il fuoco deve estinguersi (è ammessa una debole fiamma con consumo energetico di sostanze tossiche e di fumi opachi; i materiali impiegati devono fornire solo un limitato contributo di energia termica ad un incendio esterno).
	<b>F2</b>	Per mezzo di dispositivi particolari, il trasformatore deve essere atto a funzionare, per un tempo definito quando investito da un incendio esterno; devono essere rispettate anche le prescrizioni relative alla classe F1.

Il costruttore dovrà dichiarare, conformemente a quanto specificato dalle norme vigenti, sia in sede di preventivo, sia di accettazione di ordine, l'appartenenza dei trasformatori offerti alle succitate classi; le stesse dovranno, poi, essere anche stampigliate sulla targa caratteristiche delle macchine.

Il costruttore dovrà, inoltre, dimostrare, già in sede di offerta, di avere superato presso un laboratorio ufficiale tutte le prove prescritte dalle norme per le classi ambientali e climatiche sopra descritte.

Per quanto riguarda la classe di comportamento al fuoco F1, il costruttore dovrà dimostrare, infine, che in caso di incendio, i gas emessi dal sistema epossidico utilizzato rientrino, comunque, nei limiti stabiliti dalle Norme menzionate al capitolo 2.

### 3.3 Isolamento e raffreddamento

I trasformatori saranno del tipo ad isolamento in resina e raffreddamento naturale in aria.

La resina isolante sarà del tipo epossidico; il processo di polimerizzazione dovrà avvenire sotto vuoto ad alta temperatura, per permettere l'eliminazione dei gas eventualmente presenti nella resina ancora fluida.

La resina impiegata dovrà assicurare le seguenti proprietà principali:

- tenuta alle sollecitazioni ad impulso;
- tenuta alle sollecitazioni di corto circuito;
- contenuto minimo di scariche elettriche parziali (valore rilevato riferito all'intera struttura  $\leq 20$  pC);
- completa assenza di igroscopicità;
- autoestinguenza al cessare della causa di incendio;
- coefficiente di dilatazione termica il più possibile vicino al coefficiente di dilatazione termica dei conduttori impiegati.

### 3.4 Nucleo ed avvolgimenti

#### 3.4.1 Nucleo

Il nucleo magnetico dovrà essere costruito con lamierini a cristalli orientati a basse perdite specifiche, isolati sulle due facce ed assiepati in modo da formare colonne pressoché circolari; sarà corredato di carpenterie metalliche zincate a caldo e/o verniciate, con supporti specifici per il fissaggio degli avvolgimenti di bassa e media tensione.

Nelle macchine con potenze elevate, i blocchetti di sospensione degli avvolgimenti saranno dotati di molle a spirale per compensare le dilatazioni termiche durante l'esercizio.

Nelle giunzioni tra colonne e gioghi, i lamierini saranno tagliati con sistema "step – lap" per ridurre al minimo le perdite.

Il nucleo sarà trattato con vernici non igroscopiche e contro la corrosione.

#### 3.4.2 Avvolgimento primario

L'avvolgimento primario di media tensione, avente come conduttore l'alluminio e/o il rame, sarà inglobato in resina sotto vuoto tramite l'impiego di uno stampo appropriato; il sistema di inglobamento epossidico ignifugo sarà costituito da:

- resina epossidica;
- indurente anidro con flessibilizzante;
- carica ignifuga.

La carica ignifuga sarà intimamente amalgamata alla resina ed all'indurente e composta da allumina triidrata sotto forma di polvere.

La classe di isolamento dei materiali dielettrici sarà F.

### 3.4.3 Avvolgimento secondario

L'avvolgimento secondario di bassa tensione sarà realizzato in nastro di alluminio e/o rame, per contenere al minimo gli sforzi assiali e radiali derivanti da sollecitazioni di corto circuito; sarà del tipo interavvolto, con isolante flessibile pre-impregnato.

La classe di isolamento dei materiali dielettrici sarà F.

Gli avvolgimenti BT dovranno essere in grado di superare la prova a 10 kV – 50 Hz per un minuto.

## 3.5 Terminali

I terminali lato primario in media tensione saranno costituiti da piastrine forate in rame per permettere un facile serraggio dei terminali dei cavi; saranno collocati nella mezzeria delle bobine MT e fissati su opportuni isolatori solidali con le bobine stesse.

I terminali lato secondario in bassa tensione saranno riportati nella parte superiore dei trasformatori, ammarrati su isolatori e sul lato opposto rispetto ai terminali MT; tale componente sarà in alluminio trattato con un processo elettrolitico di ramatura per permettere un perfetto accoppiamento con barre e/o capicorda attestati al cavo.

A collegamenti ultimati, assicurarsi che i cavi MT e BT, che passano all'interno dell'armadio, siano distanziati di almeno 120 mm rispetto alle parti in tensione.

Le prese di regolazione, realizzate sull'avvolgimento primario per adattare il trasformatore al valore reale della tensione di alimentazione, saranno realizzate con apposite barrette da manovrare a trasformatore disinserito.

## 3.6 Accessori

I trasformatori dovranno essere equipaggiati di un sistema di protezione termica comprendente:

- n° 3 termoresistenze Pt 100 nell'avvolgimento BT;
- n° 1 termoresistenza Pt 100 nel nucleo magnetico;
- n° 1 cassetta di centralizzazione, contenente i morsetti delle suddette termoresistenze, posta sulla parte superiore del nucleo;
- n° 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde prevista con:
  - visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro,
  - determinazione del 'set point' di allarme,
  - sgancio predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento;

- tensione di alimentazione universale AC/DC.

Saranno, inoltre, previsti i seguenti accessori:

- isolatori portanti per collegamento AT;
- piastre di attacco per collegamenti BT;
- morsettiera ad azionamento manuale, manovrabile a macchina disinserita, per la regolazione del rapporto di trasformazione;
- golfari di sollevamenti;
- carrello con 4 ruote orientabili;
- attacchi per il traino;
- morsetti di terra;
- targa caratteristiche a Norme CEI.

I trasformatori andranno installati in un apposito armadio metallico nella seguente esecuzione:

- protezione anticorrosiva;
- golfari di sollevamento;
- pannello imbullonato per accesso ai terminali MT e alle prese di regolazione, predisposto per ricevere una serratura di sicurezza, tipo ELP1, e corredato di targa segnalazione pericolo folgorazione;
- flangia situata nella parte inferiore destra lato MT per l'arrivo dei cavi dal basso;
- flangia situata nella parte inferiore sinistra lato BT per l'arrivo dei cavi dal basso.

L'armadio sarà per installazione all'interno; la distanza minima tra il box e le pareti del locale non sarà inferiore a 200 mm, mentre la distanza minima per l'accesso alle prese di regolazione del trasformatore sarà di 500 mm.

#### 4. DATI TECNICI DELLE MACCHINE DA FORNIRE

In base alle definizioni prima richiamate, i trasformatori dovranno essere in **classe F1** per il comportamento al fuoco, **classe E2** per l'ambiente e **classe C2** per il clima.

A tal riguardo, il fornitore dovrà fornire il Certificato di Prova rilasciato da un Laboratorio Ufficiale relativo ad un trasformatore avente la stessa configurazione.

Il fornitore, nel Certificato di Collaudo, indicherà il livello di rumore, in accordo a quanto stabilito dalle Norme IEC 551.

I trasformatori oggetto della fornitura avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

potenza nominale	630 kVA	1000 kVA	1250 kVA
tensione primaria	20 kV	20 kV	20 kV
regolazione MT	$\pm 2 \times 2,5\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$
livello d'isolamento	24 kV	24 kV	24 kV
tensione secondaria	400/230 V	400/230 V	400/230 V
collegamenti	triangolo/stella con neutro - Dyn11	triangolo/stella con neutro - Dyn11	triangolo/stella con neutro - Dyn11
classe di sovratemperatura avvolgimenti MT/BT	F/F	F/F	F/F
perdite a vuoto	1650 W	2300 W	2650 W
perdite sotto carico a 75°C	6800 W	9600 W	10900 W
perdite sotto carico a 120°C	7800 W	11000 W	12500 W
tensione di corto circuito	6%	6%	6%
corrente a vuoto	1,2%	1,0%	1,0%
corrente d'inserzione:			
• valore di cresta $I_i/I_n$	9	9	9
• costante di tempo	0,25 s	0,3 s	0,35 s
caduta di tensione a 75 °C con carico al 100%:			
• con $\cos\phi = 1$	1,25%	1,14%	1,05%
• con $\cos\phi = 0,8$	4,49%	4,41%	4,35%
rendimento a 75 °C con carico al 100%:			



• con $\cos\varphi = 1$	98,66	98,81	98,92
• con $\cos\varphi = 0,8$	98,28	98,47	98,60
rendimento a 75 °C con carico al 75%:			
• con $\cos\varphi = 1$	98,85	98,98	99,07
• con $\cos\varphi = 0,8$	98,52	98,69	98,80
Pressione acustica Lpa a 1 m	57 dB	59 dB	60 dB
potenza acustica Lwa	70 dB	73 dB	74 dB

## 5. PROVE

I trasformatori dovranno superare con esito positivo sia le prove di accettazione, sia le prove di tipo richieste; la committente si riserva di presenziare le prove con proprio personale o con suoi rappresentanti. Il costruttore dovrà avvisare la committente con sufficiente anticipo circa la data di inizio dei collaudi; in ogni caso, saranno allegati alla documentazione finale i certificati di collaudo relativi alle prove effettuate.

Le prove di seguito elencate saranno eseguite su tutti i trasformatori alla fine della loro fabbricazione e permetteranno l'emissione del Certificato di Collaudo per ogni unità:

- misura della resistenza degli avvolgimenti;
- misura del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti;
- misura della tensione di corto circuito (presa principale), dell'impedenza di corto circuito e delle perdite dovute al carico;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto;
- prova di isolamento con tensione applicata;
- prova di isolamento con tensione indotta;
- misura delle scariche parziali.

Per la misura delle scariche parziali, il criterio di accettazione sarà scariche parziali inferiori o uguali a 10 pC a 1,1 Um; se  $U_m > 1,25$ , allora i 10 pC saranno garantiti a 1,375 Um.

Il costruttore dovrà rilasciare il certificato comprovante l'avvenuta misura delle temperature di transizione vetrosa, mediante calorimetro differenziale, della resina utilizzata per l'inglobamento di ciascun avvolgimento MT; tale esame ha lo scopo di :

- valutare il corretto rapporto di miscelazione tra i vari componenti il sistema epossidico;
- verificare la correttezza del procedimento di polimerizzazione;
- determinare la resistenza alle fessurazioni di ciascun avvolgimento MT.

Potranno anche essere richieste in opzione le seguenti prove:

- prova di riscaldamento col metodo del carico simulato in accordo alle norme IEC 726;
- prova ad impulso atmosferico;
- prova di tenuta al corto circuito;
- misura del livello di rumore, secondo le norme IEC 551.

Tutte queste prove sono definite nel documento d'armonizzazione CENELEC HD 464 S1:1988, la norma IEC 726 e le norme CEI da 76-1 a 76-5.

## INDICE

### C – Quadri di bassa tensione

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. QUADRI GENERALI DI BASSA TENSIONE.....</b>	<b>4</b>
2.1    NORME DI RIFERIMENTO .....	4
2.2    CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	4
2.2.1 <i>Dati generali</i> .....	4
2.2.2 <i>Caratteristiche meccaniche</i> .....	5
2.2.3 <i>Materiali</i> .....	5
2.2.4 <i>Messa a terra</i> .....	5
2.2.5 <i>Trattamento delle superfici</i> .....	6
2.2.6 <i>Connessioni di potenza</i> .....	6
2.2.7 <i>Targhe indicatrici</i> .....	6
2.2.8 <i>Zona apparecchiature</i> .....	6
<b>3. QUADRI SECONDARI DI BASSA TENSIONE.....</b>	<b>7</b>
3.1    NORME DI RIFERIMENTO .....	7
3.2    CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	7
3.2.1 <i>Dati generali</i> .....	7
3.2.2 <i>Caratteristiche meccaniche</i> .....	8
3.2.3 <i>Sistemi di sbarre</i> .....	9
3.2.4 <i>Installazione delle apparecchiature</i> .....	10
3.2.5 <i>Installazione dei cavi e conduttori</i> .....	11
3.2.6 <i>Prove</i> .....	12
3.3    SISTEMI DI RIFASAMENTO .....	12
3.3.1 <i>Batteria automatica di rifasamento</i> .....	12
3.3.2 <i>Sistema di rifasamento della corrente magnetizzante dei trasformatori</i> 13	13
3.3.3 <i>Condensatori</i> .....	13
<b>4. INTERRUTTORI DI BASSA TENSIONE.....</b>	<b>15</b>
4.1    INTERRUTTORI APERTI .....	15
4.1.1 <i>Norme di riferimento</i> .....	15
4.1.2 <i>Classificazione</i> .....	15
4.1.3 <i>Caratteristiche costruttive</i> .....	15
4.1.4 <i>Unità di controllo</i> .....	18
4.2    INTERRUTTORI SCATOLATI.....	20
4.2.1 <i>Norme di riferimento</i> .....	20
4.2.2 <i>Caratteristiche costruttive</i> .....	21



4.2.3	<i>Classificazione</i> .....	21
4.2.4	<i>Disposizione</i> .....	22
4.2.5	<i>Sganciatori</i> .....	23
4.3	COMMUTATORI RETE / GRUPPO SCATOLATI.....	25
4.4	INTERRUTTORI MODULARI .....	26
4.4.1	<i>Norme di riferimento</i> .....	26
4.4.2	<i>Caratteristiche costruttive</i> .....	27



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali dei quadri di bassa tensione; questi dovranno essere completi e pronti al funzionamento, con le seguenti precisazioni meccaniche ed elettriche:

- lamiere di chiusura laterali;
- attacchi per collegamento cavi di potenza compresi, cavi e terminali esclusi;
- morsetteria per collegamento cavi ausiliari esterni compresa, cavi e capicorda esclusi.

## 2. QUADRI GENERALI DI BASSA TENSIONE

### 2.1 Norme di riferimento

Il quadro e le apparecchiature oggetto della fornitura saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI EN (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e, in particolare:

- CEI EN 60439 (CEI 17-13) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”;
- CEI EN 50102 (CEI 70-3) “Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)”.

Si dovranno, inoltre, adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nella legislazione italiana.

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguitività a 960°C (30/30 s), in conformità alle norme CEI EN 60695-11.5 (CEI 89-25).

A richiesta, devono essere forniti i certificati delle prove di tipo eseguite su configurazioni di quadro similari e significative per il sistema costruttivo prestabilito.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 2.2 Caratteristiche costruttive

#### 2.2.1 Dati generali

I quadri dovranno possedere le caratteristiche tecniche seguenti:

- tensione nominale di isolamento: 690 V;
- tensione nominale di esercizio: 400/230 V;
- frequenza: 50 Hz;
- numero fasi: 3 + N;
- tensione di prova a frequenza industriale:
  - per i circuiti di potenza: 2,5 kV per 1",
  - per i circuiti ausiliari: 2 kV per 1";
- sezione sbarra orizzontale di terra: 200 mm<sup>2</sup> minimo;
- sezione conduttori circuiti ausiliari: 1,5 mm<sup>2</sup>;
- installazione: all'interno;
- temperatura progetto: 40°C;

- forma di segregazione: 4b;
- grado di protezione meccanica: IP20.

### 2.2.2 Caratteristiche meccaniche

I quadri dovranno essere costituiti da scomparti indipendenti e modulari suddivisi in cubicoli, facilmente componibili, in modo da poter essere ampliabili da ambo i lati; ogni scomparto deve essere costituito da una struttura di base realizzata con lamiere di spessore non inferiore a 15 – 20 / 10 e composto da 4 zone completamente segregate tra loro.

Ove richiesto per motivi di sicurezza, dovrà essere possibile dotare ogni scomparto di una porta frontale trasparente ad impedimento manovra apparecchiature.

Le sbarre di distribuzione principali devono essere del tipo a profilo continuo; le stesse devono permettere, tramite vite a martello, la connessione a qualsiasi altezza della sbarra.

Il sistema di sbarre principali deve essere alloggiato nella parte superiore e/o inferiore dello scomparto; le estremità delle sbarre di ogni scomparto devono essere forate per permettere la giunzione con il sistema di sbarre di scomparti adiacenti.

Una barra collettrice di terra in rame deve permettere di realizzare la continuità di terra tra i diversi scomparti in modo identico al sistema di sbarre principale.

L'involucro esterno deve garantire il grado di protezione IP30 ed un grado di protezione a porta aperta non inferiore a IP20 (CEI EN 60529).

La forma di segregazione deve essere **4b**.

### 2.2.3 Materiali

I materiali devono avere caratteristiche idonee al luogo di installazione, alle condizioni di servizio e di trasporto; si deve massimizzare l'utilizzo di materiali di serie normalizzati.

In particolare, si deve tenere conto di:

- distanza tra le parti in tensione e del livello di isolamento;
- trattamento superficiale della bulloneria, che è zinco passivata e di classe 8.8.

### 2.2.4 Messa a terra

Il quadro deve montare una barra di terra in rame da collegare al circuito di terra esterno; la sezione della sbarra di terra deve essere di 250 mm<sup>2</sup>.

Ogni struttura deve essere direttamente collegata alla sbarra di terra; le porte devono essere collegate alla struttura tramite una connessione flessibile in rame.

Nella cella di collegamento dei cavi di potenza, deve essere montata una sbarra per l'allacciamento degli eventuali conduttori di protezione incorporati nei cavi.

### *2.2.5 Trattamento delle superfici*

La struttura e i diaframmi di segregazione devono essere realizzati in lamiera zincata.

L'involucro esterno e le porte devono essere realizzati in lamiera zincata verniciata con polveri termo-indurenti a base di resina epossidica poliestere, per realizzare un'ottima protezione per l'uso in ambiente industriale normale, RAL bucciato.

### *2.2.6 Connessioni di potenza*

I cavi di potenza devono essere connessi direttamente ai codoli degli interruttori ed alloggiare sul retro del quadro, in una zona opportunamente predisposta.

Le uscite dei cavi devono essere previste dal basso (o, eventualmente, dall'alto) dello scomparto; opportune staffe sulle fiancate devono permettere il sostegno ed il fissaggio dei cavi stessi.

### *2.2.7 Targhe indicatrici*

Devono essere utilizzate delle targhette in plexiglas con il numero e il nome della relativa partenza; devono essere fissate sul fronte quadro, in prossimità dell'apparecchiatura stessa.

Nella zona di uscita dei cavi di potenza, le targhette devono essere fissate in corrispondenza degli interruttori relativi.

L'ampliamento del quadro deve essere possibile su entrambi i lati, con aggiunta di altri scomparti.

### *2.2.8 Zona apparecchiature*

La zona apparecchiature deve essere situata nella parte anteriore dello scomparto, sull'intera altezza; la stessa deve essere composta da piastre e parti fisse che supporteranno gli interruttori.

### 3. QUADRI SECONDARI DI BASSA TENSIONE

#### 3.1 Norme di riferimento

Il quadro e le apparecchiature oggetto della fornitura saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI EN (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e, in particolare:

- CEI EN 60439 (CEI 17-13) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”;
- CEI EN 50102 (CEI 70-3) “Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)”.

Si dovranno, inoltre, adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel DPR 547 del 1955 ed alla legge 1/3/1968 n° 168.

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguitività a 960°C (30/30 s), in conformità alle norme CEI EN 60695-11.5 (CEI 89-25).

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

#### 3.2 Caratteristiche costruttive

##### 3.2.1 Dati generali

I quadri dovranno possedere le caratteristiche tecniche seguenti:

- temperatura ambiente 

massima	+40°C,
minima	-5°C;
- umidità relativa massima 95%;
- altitudine < 2000 metri s.l.m.;
- tensione nominale 690 V;
- tensione di esercizio 400/230 V;
- numero delle fasi 3F + N;
- livello nominale di isolamento, tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi 2,5 kV;
- frequenza nominale 50/60 Hz;
- grado di protezione a porta aperta IP 20;
- accessibilità quadro fronte;

- forma di segregazione massimo 3;
- tenuta meccanica minima IK07.

Il quadro sarà composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- larghezza: fino a 800 mm;
- profondità: fino a 1100 mm;
- altezza: fino a 2200 mm.

Si dovrà, inoltre, tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- anteriormente: 800 mm;
- posteriormente: 30 mm.

### 3.2.2 Caratteristiche meccaniche

I quadri dovranno essere realizzati con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata, avente una resistenza agli urti adeguata al luogo di installazione. Il riferimento per definire tale resistenza è l'indice IK, definito nella norma CEI EN 50102; questo non dovrà essere inferiore ad IK07 per i contenitori installati in ambienti ove non sussistano condizioni di rischio di shock, ad IK08 laddove i rischi comportino eventuali danni agli apparecchi ed a IK10 negli ambienti ove vi siano probabilità di urti importanti.

Dovranno essere chiusi su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti.

Il grado di protezione, in funzione del luogo di installazione, deve essere, come indicato nella norma CEI 64-8:

- $\leq$  IP30 per gli ambienti normali;
- $>$  IP30 per ambienti ad usi speciali (ove specificato).

In ogni caso, per evitare l'accesso agli organi di manovra da parte di personale non qualificato, dovrà essere prevista una porta frontale dotata di serratura a chiave; in caso di porte trasparenti, dovrà essere utilizzato cristallo di tipo temperato.

Le colonne del quadro saranno complete di golfari di sollevamento, rimovibili una volta posato in cantiere.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte, mediante pannelli fissati su un telaio incernierato che garantisca una rapida accessibilità interna; sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide modulari, o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montati sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale, ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra, in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17-13/1.

Per quanto riguarda la struttura, verrà utilizzata viteria antiossidante con rondelle auto graffianti al momento dell'assemblaggio, mentre per le piastre frontali sarà necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino un'adeguata asportazione del rivestimento isolante.

Per garantire un'efficace tenuta alla corrosione ed una buona tenuta della tinta nel tempo, la struttura ed i pannelli laterali dovranno essere opportunamente trattati e verniciati; questo sarà ottenuto grazie un trattamento chimico per fosfatazione delle lamiere, seguito da una protezione per cataforesi.

Le lamiere trattate saranno, poi, verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche, mescolate con resine poliesteri di colore RAL liscio e semi lucido, con spessore medio di 60 micron.

### **3.2.3 Sistemi di sbarre**

Le sbarre e i conduttori saranno dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre orizzontali saranno in rame elettrolitico, di sezione rettangolare, piene; saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine, in grado di ricevere un massimo di 2 sbarre per fase e saranno disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

Potranno essere utilizzate sbarre di spessore 5 o 10 mm; il numero e la sezione dovranno essere adeguati alla In richiesta.

Per i sistemi sbarre da 125 A a 630 A collocati sul fondo, dovranno essere utilizzate sbarre compatte ed interamente isolate; per installazione in canalina laterale, potranno essere utilizzati sistemi tradizionali.

Le sbarre verticali da 630 A a 1600 A dovranno essere completamente accessibili dal fronte, in modo da poter effettuare le necessarie operazioni di manutenzione anche con quadri addossati a parete.

Oltre 1600 A, si seguiranno le stesse prescrizioni riguardanti le sbarre orizzontali, prevedendo, però, delle preforature su tutta la lunghezza, in modo da facilitare i collegamenti delle apparecchiature.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre sono regolamentate dal costruttore, in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

I collegamenti tra sistemi sbarre (orizzontali / orizzontali e verticali / orizzontali) saranno realizzati mediante connettori standard forniti e garantiti dal costruttore; non saranno ammesse connessioni realizzate artigianalmente.

Le sbarre principali saranno predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e consentiranno ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime saranno declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

Dovranno essere previste delle protezioni interne, aventi grado di protezione 2X o XXB, atte ad evitare contatti diretti con il sistema sbarre principale.

#### *3.2.4 Installazione delle apparecchiature*

Per correnti fino a 100 A, gli interruttori saranno alimentati direttamente dalle sbarre principali, mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

Se garantita dal costruttore, sarà ammessa l'alimentazione da valle delle apparecchiature.

Da 160 a 1600 A, saranno utilizzati collegamenti prefabbricati, forniti dal costruttore, dimensionati in base all'energia specifica limitata dall'interruttore alimentato; non saranno ammessi collegamenti realizzati dall'assemblatore.

Salvo specifiche esigenze, gli interruttori scatolati, affiancati verticalmente su un'unica piastra, saranno alimentati dalla parte superiore, utilizzando specifici ripartitori prefabbricati, che permettono non solo il collegamento, ma anche la possibilità di aggiungere o sostituire apparecchi di adatte caratteristiche, senza effettuare modifiche sostanziali all'unità funzionale interessata.

Sarà garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno, pertanto, concentrate sul fronte dello scomparto.

Per facilitare la manutenzione, tutte le piastre frontali dovranno essere montate su un telaio incernierato.

Le distanze tra i dispositivi, e le eventuali separazioni interne, impediranno che interruzioni di elevate correnti di corto circuito, o avarie notevoli, possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici saranno contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione, sarà previsto, uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti, senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

La barra di protezione sarà in rame, dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto; per un calcolo preciso della sezione adatta, si farà riferimento al paragrafo 7.4.3.1.7 della già citata norma CEI 17-13/1.

Gli strumenti di misura potranno essere del tipo multimetri da incasso 96 x 96 mm, con o senza porta di comunicazione.

Per motivi di ingombro, i quadri con corrente nominale inferiore o pari a 1600 A non dovranno superare una profondità di 400 mm.

### 3.2.5 Installazione dei cavi e conduttori

Le sbarre saranno identificate con opportuni contrassegni autoadesivi, a seconda della fase di appartenenza, così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mm<sup>2</sup>, entranti o uscenti dal quadro non avranno interposizione di morsettiere; si attesteranno direttamente ai morsetti degli interruttori, che saranno provvisti di appositi coprimorsetti. L'ammarraggio dei cavi avverrà su specifici accessori di fissaggio.

Tutti i conduttori si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

I collegamenti ausiliari saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3 kV, con le seguenti sezioni minime:

- 4 mm<sup>2</sup> per i TA;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e TV.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Saranno identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione), impiegando conduttori con guaine colorate differenziate, oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti saranno del tipo a vite, tali che la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline, o sistemi analoghi, con coperchio a scatto; tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire all'interno di apposite canaline, o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

L'accesso alle condutture sarà possibile anche dal fronte del quadro, mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

Se una linea è in condotto sbarre, o contenuta in canalina, saranno previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In caso di cassette da parete, con linee passanti dalla parte superiore o inferiore, saranno previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso, le linee si attesteranno alla morsettiera, in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non sosterranno il peso dei cavi, ma gli stessi dovranno essere ancorati, ove necessario, a dei specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, è sconsigliabile il collegamento diretto sui contatti degli interruttori, in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

### 3.2.6 Prove

Le prove di collaudo saranno eseguite secondo le modalità della norma CEI EN 60439.1; inoltre, il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI EN 60439.1, effettuate su prototipi del quadro.

## 3.3 Sistemi di rifasamento

### 3.3.1 Batteria automatica di rifasamento

La batteria automatica di rifasamento a gradini sarà costituita da un armadio metallico alettato in lamiera di acciaio pressopiegata e verniciata a fuoco, con chiusura a chiave.

Il dispositivo di sezionamento generale sarà un interruttore automatico magnetotermico; tutte le apparecchiature saranno dotate di un dispositivo meccanico che non consenta di accedere alle parti in tensione se non dopo il loro distacco dalla rete.

I condensatori, in polipropilene metallizzato autorigenerante in esecuzione antiscoppio, saranno monofasi, collegati a triangolo e provvisti di resistenze di scarica; le batterie verranno inserite automaticamente da teleruttori dotati di resistenze di precarica. Per inserire e disinserire manualmente le batterie, sarà sufficiente agire sugli interruttori posti sul regolatore; una spia luminosa sul frontale del regolatore segnala l'inserzione delle batterie.

Il regolatore elettronico a gradini consentirà la taratura del rapporto tra la potenza della prima batteria ed il trasformatore di misura amperometrico, la scelta del fattore di potenza da mantenere e la selezione manuale\automatico.

Le caratteristiche elettriche e di funzionamento della batteria saranno:

- potenza nominale indicata sugli schemi elettrici;
- tensione nominale 400 V;
- frequenza nominale 50 Hz;
- perdite dielettriche 0,5 W/kVAr;
- tensione nominale condensatori 440 V;
- categoria termica condensatori -25 °C;
- tipo di servizio continuo da interno;
- grado di protezione IP30;
- tensione dei circuiti ausiliari 230 V;

- segnale amperometrico 5 A (minimo 0,8A ÷ massimo 5A).

### 3.3.2 Sistema di rifasamento della corrente magnetizzante dei trasformatori

Per il rifasamento della corrente magnetizzante dei trasformatori, saranno installate delle apparecchiature complete e collaudate, costruite secondo le più recenti prescrizioni normative e di sicurezza.

I condensatori saranno contenuti entro un armadietto in lamiera d'acciaio spessore 15/10, verniciato con polveri epossidiche, con grado di protezione IP 30; la piastra di supporto dei componenti interni sarà zincopassivata.

Sarà completo di accessori per installazione a parete e predisposizione per l'ingresso dei cavi d'alimentazione; all'interno dovranno essere previste le seguenti apparecchiature:

- sezionatore tripolare sottocarico, con contatto ausiliario NA da portare a morsettiera;
- base tripolare NH, con fusibili dotati di segnalatore (contatto NC con fusibili integri e inseriti, da portare a morsettiera);
- terna di lampade per segnalazione di batteria inserita, completa di fusibili;
- condensatori in polipropilene e carta (3 In) autorigenerabili, dotati di dispositivo antiscoppio e resistenza di scarica.

Per il dimensionamento delle batterie, l'Appaltatore dovrà coordinare il fornitore del trasformatore con quello delle batterie dei condensatori.

### 3.3.3 Condensatori

I condensatori da impiegare per il rifasamento dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive e tecniche:

- condensatori in carta bimetallica, impregnata in olio biodegradabile con trattamento in autoclave sottovuoto;
- dispositivo di sicurezza;
- collegamento a triangolo;
- montaggio su telaio zincato a caldo o passivato;
- tensione nominale 440 V;
- sovraccarico in tensione 1,1 Vn;
- frequenza 50 Hz;
- corrente nominale adeguata alla potenza reattiva del banco;
- sovraccarico massimo di corrente 3 In;
- prestazioni richieste alla temperatura massima di + 55°C;
- norme di riferimento per i condensatori CEI 33-9 e 33-10;
- omologazione secondo IMQ.



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

Il dimensionamento dovrà tener conto della resistenza di preinserzione e/o di reattanze di limitazione in serie ai condensatori; il dispositivo di scarica su ogni batteria sarà dimensionato in modo da ridurre la tensione residua, nel valore e nel tempo richiesto dalla Norme CEI.

## 4. INTERRUTTORI DI BASSA TENSIONE

### 4.1 Interruttori aperti

#### 4.1.1 Norme di riferimento

Gli interruttori aperti dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) “Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali”;
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) “Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici”;
- norme corrispondenti in vigore nei paesi membri (NF, VDE, BS, AS).

Dovranno essere in grado di funzionare nelle condizioni d'inquinamento corrispondenti al grado d'inquinamento 3 per gli ambienti industriali, come indicato dalla norma CEI EN 60947-1.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

#### 4.1.2 Classificazione

Con riferimento alla Norma CEI EN 60947-2, gli interruttori aperti devono essere classificati in categoria B e garantire le seguenti prestazioni:

- potere di interruzione di servizio ( $I_{cs}$ ),
- corrente di breve durata ammissibile ( $I_{cw}$ ),

uguali al 100% del potere di interruzione estremo ( $I_{cu}$ ), fino a 85 kA.

Gli interruttori potranno essere alimentati da valle senza riduzione delle prestazioni. Inoltre, devono garantire l'attitudine al sezionamento, come previsto dalla norma CEI EN 60947-2; sul fronte dell'apparecchio deve essere previsto il simbolo che precisa tale attitudine.

#### 4.1.3 Caratteristiche costruttive

La gamma di interruttori aperti deve coprire tutti i calibri da 800 A fino a 6300 A.

Per motivi di uniformità di scorte e flessibilità d'impiego (riserve, ampliamenti, ecc), gli interruttori della medesima gamma devono avere le stesse dimensioni di ingombro e lo stesso interasse polare, almeno fino a 4000 A.

Gli attacchi posteriori per il collegamento elettrico di potenza possono essere, indifferentemente, sistemati in verticale e in orizzontale.

Gli interruttori devono essere disponibili in versione tripolare e tetrapolare; sulla versione tetrapolare, il polo di neutro avrà, per tutti i calibri, la stessa corrente nominale degli altri poli.

I poli degli interruttori devono assicurare l'isolamento totale tra le fasi.

Per consentire le operazioni di manutenzione ordinaria in condizioni di massima sicurezza, tutti gli interruttori devono avere il doppio isolamento tra la parte frontale ed i circuiti interni di potenza, nonché la parte di potenza dell'interruttore deve essere totalmente isolata dalle parti di comando e dagli ausiliari.

Potranno essere dotati di opportuni blocchi meccanici (a serrature, a lucchetti, mediante piombatura) per poter impedire manovre inopportune.

Per soddisfare particolari esigenze di continuità di servizio, deve essere possibile realizzare, con opportuni dispositivi previsti dal Costruttore, commutatori di rete manuali o automatici con interblocco, mediante aste o cavi.

Il meccanismo di comando deve essere del tipo a chiusura e apertura rapida ad accumulo di energia nelle molle; il caricamento delle molle potrà essere effettuato in due modi:

- manuale, direttamente sull'interruttore (le molle devono essere armate tramite manovella);
- elettrico, a distanza (le molle devono essere armate automaticamente tramite un motoriduttore a comando elettrico).

I contatti principali devono essere progettati in modo da non richiedere manutenzione in utilizzo normale; essi devono essere equipaggiati di un indicatore (la cui visualizzazione sarà possibile togliendo le camere di interruzione) che permetterà di verificare immediatamente la loro usura, senza la necessità di misure aggiuntive né apparecchi specifici.

Una segnalazione meccanica sul fronte dell'apparecchio deve indicare la posizione reale dei contatti principali; la posizione "aperto" non potrà essere indicata se tutti i contatti non saranno completamente e correttamente aperti (sezionamento visualizzato, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 60947.2).

Le indicazioni fornite sul fronte dell'interruttore devono essere almeno le seguenti:

- contatti principali chiusi ("ON");
- contatti principali aperti ("OFF");
- molle cariche;
- molle scariche.

Le camere di interruzione devono essere facilmente asportabili per le operazioni di ispezione e manutenzione. Devono essere dotate di filtri metallici per ridurre le manifestazioni esterne generate dal processo di interruzione della corrente; in tal modo, per tutti gli interruttori aperti il perimetro di sicurezza con parti metalliche o isolate sopra l'interruttore sarà nullo e, per la versione estraibile, tale perimetro sarà nullo anche con parti in tensione.

Gli interruttori aperti saranno in esecuzione estraibile; pertanto dovranno essere tre le posizioni possibili della parte mobile rispetto al telaio, chiaramente indicate sulla parte frontale del telaio stesso:

1. posizione *inserito*, con tutti i circuiti, principali e ausiliari, collegati;
2. posizione *test*, con tutti i circuiti ausiliari collegati e tutti i circuiti principali scollegati;
3. posizione *estratto*, con tutti i circuiti, principali e ausiliari, scollegati.

Un apposito meccanismo deve bloccare l'interruttore in ciascuna delle posizioni inserito, test, estratto; ogni operazione di estrazione e inserzione deve essere possibile solo dopo intervento manuale sul meccanismo di consenso, accessibile dal fronte del telaio.

Appositi otturatori isolanti devono essere posti sui circuiti di potenza in entrata e in uscita, affinché le parti in tensione, ad interruttore estratto, siano opportunamente segregate.

In questa condizione, gli otturatori isolanti potranno essere lurchettati e, se necessario, tale operazione potrà essere eseguita direttamente dal fronte del telaio, anche con interruttore in posizione di test.

Se necessario, l'interruttore deve essere munito di un dispositivo di blocco atto ad impedire l'apertura della portella del quadro con l'interruttore in posizione inserito o in posizione prova; ogni interruttore estraibile deve contenere al suo interno gli attrezzi per effettuare le manovre di inserzione-estrazione.

Tali operazioni devono essere eseguibili a portella del quadro chiusa.

Tutti gli ausiliari elettrici, compreso il motoriduttore di caricamento molle, potranno essere aggiunti all'apparecchio senza la necessità di regolazione, né l'utilizzo di attrezzi particolari, se non di un cacciavite, e dovranno essere posti in uno scomparto isolato dai circuiti di potenza.

L'installazione di detti ausiliari elettrici non deve causare un aumento del volume dell'interruttore.

Devono essere disponibili dei contatti ausiliari "puliti", la cui commutazione sarà associata ad un evento (sgancio, allarme, superamento della soglia di una determinata grandezza, ecc.), programmabile mediante l'unità di controllo, in base alle necessità dell'impianto.

Anche la modalità di riarmo del contatto (a tempo determinato, all'atto del reset per presa visione dell'evento, oppure istantaneo), deve essere programmabile dall'utente.

Il collegamento dei circuiti ausiliari deve essere accessibile dalla parte frontale dell'interruttore; quando l'interruttore estraibile passa dalla posizione test ad estratto, un sistema meccanico deve sconnettere automaticamente la filiera di alimentazione dei circuiti ausiliari.

Il collegamento della filiera alla morsettiera degli ausiliari deve essere realizzato con morsetti ad innesto senza viti.

Le bobine di apertura e di chiusura elettrica a distanza potranno essere alimentate in modo permanente, senza contatti di auto-interruzione, in modo da realizzare facilmente l'interblocco elettrico dell'apparecchio.

#### 4.1.4 Unità di controllo

L'unità di controllo deve essere di **tipo elettronico** e comune a tutta la gamma; essa deve utilizzare una tecnologia a microprocessore a programmazione digitale, al fine di ottenere la massima precisione, e deve essere completamente **integrata nell'interruttore**:

- la funzione di protezione deve essere autonoma e non dipendere da alimentazioni ausiliarie;
- i rilevatori di misura delle correnti di fase (TA in aria tipo Rogosky) devono essere all'interno dell'interruttore e devono permettere una misurazione precisa delle correnti, in valore efficace reale (RMS).

L'unità di controllo deve avere una grande ampiezza di regolazioni, al fine di coprire il massimo delle applicazioni; deve essere intercambiabile in loco per adeguarsi all'evoluzione dell'impianto e deve essere predisposta per la comunicazione tramite BUS.

Dovrà poter offrire le seguenti protezioni:

- protezione lungo ritardo (LR), regolabile in soglia e temporizzazione e, eventualmente, escludibile;
- protezione corto ritardo (CR), regolabile in soglia e temporizzazione;
- protezione istantanea (INST), regolabile in soglia e con possibilità di esclusione;
- protezione di terra, a bassa o alta sensibilità, regolabile in soglia e temporizzazione.

Dovrà permettere la visualizzazione a schermo, in tempo reale, dei valori di regolazione delle soglie di intervento (in Ampere) e di temporizzazione (in secondi), fissate mediante i commutatori rotanti.

I campi di regolazione devono essere:

- *protezione lungo ritardo (LR)*:
  - soglia regolabile da 0,4 a 1 volta il calibro nominale dei TA (In), temporizzazione regolabile da 0,5 s a 24 s (valore riferito ad una corrente pari a 6 volte la regolazione della soglia della protezione lungo ritardo);
- *protezione corto ritardo (CR)*:
  - soglia regolabile da 1,5 volte a 10 volte il calibro nominale dei TA (In),
  - temporizzazione regolabile da 0 fino a 0,4 s;
- *protezione istantanea (INST)*:
  - soglia regolabile da 2 volte fino a 15 volte la corrente nominale (In);
- *protezione di terra*:

- soglia fino a 1200 A (bassa sensibilità) o da 0,5 a 30 A (alta sensibilità);
- temporizzazione fino a 0,4 s (bassa sensibilità) o fino a 0,8 s (alta sensibilità).

Al fine di ottimizzare in completa sicurezza l'impiego, la manutenzione e la gestione dell'impianto, le seguenti funzioni di controllo devono essere integrate nell'unità di controllo:

- un allarme a LED sul fronte per l'indicazione della causa di sgancio (lungo ritardo, corto ritardo, istantanea, autoprotezione) o di allarme per sovraccarico;
- memoria termica: l'unità di controllo ottimizzerà la protezione dei cavi e degli apparecchi a valle in caso di sovraccarico o guasti a terra ripetuti, mediante memorizzazione dell'aumento di temperatura;
- i valori delle correnti di fase saranno visualizzati sullo schermo e un indicatore a barre di LED visualizzerà simultaneamente il livello di carico delle tre fasi;
- verrà memorizzato e visualizzato il valore più elevato raggiunto dalle correnti di fase; anche in caso di apertura dell'interruttore, i valori memorizzati verranno mantenuti e resi disponibili alla supervisione.

In opzione, deve essere possibile migliorare la precisione della regolazione della soglia lungo ritardo mediante apposito dispositivo; tale protezione potrà anche essere inibita. Deve essere possibile fornire all'unità di controllo un'alimentazione esterna per garantire la misurazione e la visualizzazione delle correnti anche per valori prossimi a zero; deve essere possibile aggiungere un modulo che renderà possibile la comunicazione con sistema di supervisione centralizzata.

Devono essere accessibili su un BUS MODBUS/JBUS di rete, via sistema di moduli appropriati, i dati necessari alle funzioni di controllo e di comando, ovvero:

- lo stato dell'interruttore;
- le regolazioni dell'unità di controllo;
- le cause dello sgancio;
- i valori delle correnti misurate (fasi, neutro, terra, valori massimi);
- il comando a distanza dell'apparecchio.

Il relè dovrà poter realizzare la misurazione delle seguenti grandezze di rete con relativo tasso di precisione:

- tensione: 1%;
- corrente: 1,5%;
- frequenza: 0,5 Hz;
- potenze ed energie: 2,5%.

Sugli apparecchi tetrapolari, deve essere possibile scegliere tra le opzioni:

- neutro non protetto;

- neutro protetto a metà corrente;
- neutro protetto a piena corrente.

Sugli apparecchi tripolari deve essere disponibile l'ulteriore opzione neutro protetto a doppia corrente.

L'unità di controllo deve essere in grado di fornire le seguenti protezioni, in funzione delle soglie e delle temporizzazioni, scelte sulle relative grandezze:

- minima tensione, massima tensione, squilibrio di tensione, minima frequenza, massima frequenza;
- squilibrio di corrente, massima corrente, senso di rotazione delle fasi, ritorno di potenza.

Verranno fissati i valori di soglia e temporizzazione di ciascuna ed il superamento dei valori così impostati; per tali grandezze, deve essere visualizzato sullo schermo e potrà essere, inoltre, utilizzato per ottenere lo sgancio dell'interruttore, oppure comunicato a distanza (con l'opzione comunicazione), o associato alla commutazione dei contatti programmabili opzionali.

Le regolazioni si devono effettuare mediante selettori rotanti e tastiera.

L'unità di controllo deve permettere un'analisi della qualità dell'energia dell'impianto con:

1. misura delle armoniche della corrente e della tensione in ampiezza e fase, fino all'armonica di rango 50;
2. misura della componente fondamentale della tensione, della corrente, della potenza attiva, reattiva ed apparente;
3. misura del tasso di distorsione armonica della corrente e della tensione.

Al fine di poter valutare le cause dell'eventuale sgancio, lo sganciatore deve poter memorizzare in un apposito registro i 12 cicli della corrente e della tensione di fase precedenti lo sgancio, che potranno essere visualizzati su supervisore (mediante opzione di comunicazione) sotto forma di oscillogrammi.

## **4.2 Interruttori scatolati**

### **4.2.1 Norme di riferimento**

Gli interruttori scatolati dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) "Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) "Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici";
- norme corrispondenti in vigore nei paesi membri (NF, VDE, BS, AS).

Dovranno essere in grado di funzionare nelle condizioni d'inquinamento corrispondenti al grado d'inquinamento 3 per gli ambienti industriali, come indicato dalla norma CEI EN 60947-1.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

#### 4.2.2 Caratteristiche costruttive

Tutti gli interruttori scatolati devono avere le seguenti caratteristiche elettriche generali:

- tensione nominale di impiego ( $U_e$ )  $\geq 690$  V ca (50/60 Hz);
- tensione nominale di isolamento ( $U_i$ )  $\geq 750$  V ca (50/60 Hz);
- tensione nominale di tenuta all'impulso ( $U_{imp}$ )  $\geq 8$  kV (1,2/50  $\mu$ s).

Al fine di garantire una maggiore durata ed un'elevata affidabilità del prodotto, il numero di manovre elettriche e meccaniche degli interruttori deve essere pari ad almeno 2 volte il valore minimo richiesto dalla norma CEI EN 60947-2; non dovranno subire riduzioni delle prestazioni nominali in funzione delle differenti posizioni di montaggio previste. Potranno essere alimentati indifferentemente da monte o da valle, senza riduzione delle prestazioni.

Per consentire le operazioni di manutenzione ordinaria in condizioni di massima sicurezza, tutti gli interruttori devono avere il doppio isolamento tra la parte frontale ed i circuiti interni di potenza.

Gli interruttori, inoltre, devono garantire l'attitudine al sezionamento, come previsto dalla norma CEI EN 60947-2; sul fronte dell'apparecchio deve essere previsto il simbolo che precisa tale attitudine.

Gli interruttori devono essere azionati da una leva di manovra indicante chiaramente le tre posizioni:

- **I** (on),
- **Tripped** (sganciato),
- **0** (off),

e devono essere equipaggiati di un pulsante di test "push to trip" sul fronte, per permettere la verifica del corretto funzionamento del meccanismo di comando e dell'apertura dei poli.

#### 4.2.3 Classificazione

Gli interruttori scatolati con corrente nominale  $\leq 630$  A devono essere in categoria A, in conformità con le prescrizioni della norma CEI EN 60947-2, con potere d'interruzione di servizio ( $I_{cs}$ ) pari al 100% del potere di interruzione estremo ( $I_{cu}$ ); gli interruttori con corrente nominale  $> 630$  A devono essere in categoria B, ad esclusione della versione limitatore, con potere d'interruzione di servizio ( $I_{cs}$ )  $\geq$  del 50% del potere di interruzione estremo ( $I_{cu}$ ).

Gli eventuali dispositivi di interblocco e comando, necessari per consentire agli interruttori di funzionare come commutatori rete-gruppo, sia in versione manuale, sia automatica, devono essere facilmente applicabili alla versione standard degli interruttori e devono rispondere alla norma CEI EN 60947-6-1.

Gli interruttori scatolati con corrente nominale  $\leq 630$  A richiesti con protezione differenziale devono essere equipaggiati di un Dispositivo Differenziale a corrente Residua (DDR), applicato direttamente alla base della scatola dell'interruttore; il dispositivo di sgancio del DDR deve agire meccanicamente e direttamente sul sistema di sgancio dell'interruttore, senza interposizione di sganciatori voltmetrici.

I DDR devono, inoltre:

- essere conformi alla norma CEI EN 60947-2, appendice B;
- essere alimentati dall'interno dell'apparecchio con la tensione della rete protetta (campo di tensione ammissibile da 200 a 550 V); l'alimentazione deve essere trifase ed il funzionamento deve essere garantito anche in mancanza di una fase e, indifferentemente, con alimentazione da monte e da valle.

Per correnti nominali superiori a 630 A, la protezione differenziale deve essere integrata nell'unità di controllo dell'interruttore; la rilevazione della corrente di guasto deve essere realizzata attraverso un toroide separato.

#### 4.2.4 Disposizione

Tutti gli interruttori installati in quadri di bassa tensione con suddivisioni interne a forma 1 e 2, secondo la norma CEI EN 60439-1, devono essere in esecuzione fissa o rimovibile.

Per i quadri con suddivisioni interne a forma 3 e 4, gli interruttori devono essere in esecuzione estraibile e corredati di relativo dispositivo di presgancio, che impedisca, per motivi di sicurezza, l'inserimento o l'estrazione ad apparecchio chiuso.

I circuiti di potenza e ausiliari degli interruttori estraibili devono assumere le seguenti posizioni:

- INSERITO            tutti i circuiti (principali e ausiliari) sono collegati;
- TEST                tutti i circuiti ausiliari sono collegati, mentre quelli principali sono scollegati;
- ESTRATTO          tutti i circuiti sono scollegati.

Per ottimizzare la standardizzazione dei quadri e migliorare la flessibilità d'impianto, le parti fisse degli interruttori estraibili devono avere le stesse dimensioni per tutte le correnti nominali fino a 250 A incluso; per correnti nominali superiori a 250 A, le parti fisse devono essere unificate in un massimo di 2 taglie dimensionali ( $\leq 630$  A;  $\leq 1600$  A), indipendentemente da:

- livello di prestazione (Icu);
- tipo di sganciatore;

- ausiliari elettrici / meccanici.

Le parti fisse devono essere, inoltre, corredate di opportuni dispositivi di sicurezza per garantire un grado di protezione minimo IP20 contro i contatti accidentali, in condizione di estratto/rimosso.

Tutti gli ausiliari elettrici devono essere alloggiati in uno scomparto isolato dai circuiti di potenza e devono essere installabili anche da personale di manutenzione ordinaria, senza la necessità di regolazione, né di utilizzo di attrezzi particolari.

L'identificazione e l'ubicazione degli ausiliari elettrici deve essere indicata in modo indelebile sulla scatola di base dell'interruttore e sugli ausiliari stessi.

Tutti gli accessoriamenti elettrici, ad esclusione del telecomando, non devono comportare aumento di volume dell'interruttore.

Per minimizzare il numero delle parti di ricambio e facilitare le eventuali modifiche alle funzionalità dell'impianto, gli accessori che realizzano le funzioni ausiliarie di segnalazione di:

- stato dell'interruttore,
- intervento per guasto,
- interruttore scattato,

devono essere identici, indipendentemente dalla funzione ausiliaria realizzata, dalla corrente nominale e dal potere di interruzione dell'interruttore.

Le bobine di apertura e di chiusura elettrica a distanza potranno essere alimentate in modo permanente, senza necessità di contatti di autointerruzione; le stesse devono essere identiche e perfettamente intercambiabili per interruttori  $\leq 630$  A.

In caso di sgancio su guasto elettrico, deve essere inibito il comando a distanza, mentre, in caso di apertura tramite sganciatore volumetrico, la richiusura a distanza, invece, deve essere consentita; il meccanismo di comando a distanza deve essere ad accumulo di energia.

L'aggiunta di un telecomando, o di una manovra rotativa, deve conservare integralmente le caratteristiche tipiche della manovra diretta quali:

- le 3 posizioni stabili: ON, OFF e TRIPPED;
- il sezionamento visualizzato, con una chiara indicazione sul fronte delle posizioni (I) e (0);
- le regolazioni dello sganciatore ed i dati di targa dell'interruttore devono rimanere chiaramente visibili e/o accessibili.

#### 4.2.5 Sganciatori

Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati di sganciatori di tipo elettronico integrati nel volume dell'apparecchio.

La regolazione delle protezioni deve essere fatta simultaneamente ed automaticamente su tutti i poli (fasi e neutro) ed il suo accesso deve essere piombabile.

Gli sganciatori elettronici devono avere i seguenti campi di regolazione:

- protezione lungo ritardo (LR):
  - soglia regolabile da 0,4 a 1 volta la corrente nominale;
- protezione corto ritardo (CR):
  - soglia regolabile da 2 a 10 volte la corrente di regolazione lungo ritardo e con la possibilità, per interruttori di classe B, di attivare la funzione  $I^2t$  contro gli sganci intempestivi;
  - temporizzazione fissa o regolabile a partire da 20 ms;
- protezione istantanea (IST):
  - soglia fissa o regolabile fino a 15 volte la corrente nominale ed escludibile per interruttori di classe B;
- protezione di terra (in opzione per interruttori con corrente nominale >250 A):
  - soglia regolabile da 0,2 a 1 volta la corrente nominale, fino ad un massimo di 1200 A;
  - temporizzazione regolabile fino a 0,4 secondi.

Gli apparecchi quadripolari devono consentire la scelta del tipo di protezione del neutro mediante un commutatore a 3 posizioni: "neutro non protetto - neutro con protezione metà della corrente di fase - neutro protetto con corrente uguale alla corrente di fase", che potrà essere messo sotto copertura piombabile.

Gli sganciatori elettronici devono essere equipaggiati, in versione standard, di:

- LED di segnalazione del carico a 2 soglie:
  - 90% di Ir con LED acceso fisso,
  - 105% di Ir con LED lampeggiante;
- presa di test, per consentire la verifica funzionale dell'elettronica e del meccanismo di sgancio per mezzo di un dispositivo esterno;
- funzione di memoria termica, al fine di ottimizzare la protezione dei cavi e dell'impianto, memorizzando la variazione di temperatura subita dalle condutture in caso di sovraccarichi ripetuti.

Deve essere, inoltre, possibile accessoriare lo sganciatore elettronico degli interruttori con corrente nominale > 250 A con le seguenti funzioni, senza aumento del volume dell'interruttore:

- indicazioni sul fronte, a mezzo LED, delle cause di sgancio (lungo ritardo, corto ritardo, istantanea, guasto a terra);
- trasmissione dati delle regolazioni impostate, delle eventuali correnti misurate e delle cause di sgancio differenziate, quando previste;
- visualizzazione, su display integrato nell'unità di controllo, delle misure di correnti delle fasi e del neutro e, per gli interruttori con corrente nominale  $\geq 630$  A, tale

display deve consentire di visualizzare i valori di regolazione in Ampere e secondi, oltre a memorizzare il valore delle massime correnti transitate nell'impianto.

Se espressamente richiesto nelle specifiche d'impianto, deve essere possibile l'utilizzo di interruttori scatolati equipaggiati di sganciatori magnetotermici per correnti nominali fino a 250 A; in questo caso, qualora fosse richiesta la regolazione della protezione di lungo ritardo, gli sganciatori devono essere tra loro intercambiabili per correnti regolate da 13 a 250 A.

Gli sganciatori magnetotermici intercambiabili potranno essere integrati in tutti gli interruttori con corrente nominale fino a 250 A; opportuni dispositivi antisbaglio non devono consentire di associare interruttori aventi corrente nominale inferiore a quella dello sganciatore.

Gli sganciatori magnetotermici regolabili devono essere intercambiabili con gli sganciatori elettronici.

Inoltre, per le piccole taglie, non saranno accettati interruttori scatolati per montaggio su guida DIN, ma solamente quelli per montaggio su piastra di fondo.

### **4.3 Commutatori Rete / Gruppo scatolati**

I commutatori di rete automatici devono realizzare la commutazione tra una sorgente N (normale), che alimenta regolarmente l'impianto, ed una sorgente R (emergenza), che può essere l'arrivo di una rete supplementare o di un gruppo elettrogeno.

Essi devono essere costituiti da:

- due interruttori con telecomando, montati su apposita piastra di supporto (solo per interruttori fino a 630 A);
- interblocchi meccanico ed elettrico;
- automatismo di commutazione automatica rete-gruppo.

I telecomandi e l'automatismo di commutazione automatica devono avere la stessa tensione di alimentazione della rete controllata.

La piastra di supporto degli interruttori deve comprendere:

- l'interblocco meccanico, che agisce sulla parte posteriore degli apparecchi;
- la morsettiera per il collegamento degli ausiliari con l'automatismo.

L'interblocco elettrico deve rendere impossibile la chiusura simultanea, anche momentanea, dei due interruttori.

Tutte le informazioni riportate sul fronte dell'interruttore devono restare visibili e accessibili.

L'automatismo deve funzionare a tensione propria e non deve utilizzare alcuna alimentazione ausiliaria; potrà essere montato direttamente sulla piastra di supporto oppure, in alternativa, separato e con possibilità di essere collocato ad una distanza massima di due metri.

L'automatismo deve realizzare le seguenti funzioni:

- commutazione da N verso R, dopo una temporizzazione T1 regolabile (da 0,1 a 30 s), in caso di mancanza della tensione  $U_n$  della sorgente normale ed in presenza della tensione  $U_r$  della sorgente di emergenza;
- commutazione da R verso N, in caso di ritorno della tensione  $U_n$ , dopo una temporizzazione T2 regolabile (da 0,1 a 240 s).

Deve essere equipaggiato di un selettore "stop/auto" sul fronte, che permetta di forzare i due interruttori in posizione di aperto "O"; sul fronte dell'automatismo deve essere presente una segnalazione luminosa di presenza tensione  $U_n$ ,  $U_r$  e dello stato degli interruttori.

Deve essere possibile realizzare le seguenti ulteriori funzioni, attraverso opportuni contatti presenti sull'automatismo:

1. controllo supplementare della tensione  $U_r$  prima della commutazione;
2. comando di commutazione volontaria sulla sorgente R;
3. segnalazione a distanza della posizione del commutatore "stop/auto".

#### **4.4 Interruttori modulari**

Gli interruttori modulari risponderanno alle seguenti prescrizioni meccaniche ed elettriche:

- cablaggio dei circuiti di potenza ed ausiliari;
- attacchi per collegamento cavi di potenza in uscita;
- targhetta identificativa caratteristiche.

##### **4.4.1 Norme di riferimento**

Gli interruttori modulari dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 60898 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari";
- CEI EN 61009 "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari";
- CEI EN 60947-1 "Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 60947-2 "Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici".

Inoltre, gli interruttori devono essere dotati di Marchio di Qualità IMQ, per interruttori magnetotermici con  $I_n$  fino a 40 A e per interruttori magnetotermici differenziali con  $I_n$  fino a 40 A e  $I_{\Delta n} = 30, 300, 500$  mA.

Tropicalizzazione apparecchiature: esecuzione T2, secondo norma IEC 68-2-30 (umidità relativa 95% a 55°C).

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

#### 4.4.2 Caratteristiche costruttive

Gli interruttori modulari dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 125 A, con numero di poli da 1 a 4, tutti protetti con taratura fissa.

La tensione nominale di funzionamento è fino a 500 Vca e 250 Vcc, con potere di interruzione fino a 50 kA (415 Vca), mentre la tensione nominale di tenuta ad impulso (onda di prova 1,2/50 µs) è fino a 8 kV.

Le caratteristiche di intervento devono essere le seguenti:

- *curva B*, intervento magnetico  $3,2 \div 4,8 I_n$ , con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$ ;
- *curva C*, intervento magnetico  $6,4 \div 9,6 I_n$ , con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$ ;
- *curva D*, intervento magnetico  $9,6 \div 14,4 I_n$ , con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$ ;
- *curva Z*, intervento magnetico  $2,4 \div 3,6 I_n$ , con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$ ;
- *curva K*, intervento magnetico  $9,6 \div 14,4 I_n$ , con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,2 I_n$ ;
- *curva MA*, intervento magnetico  $9,6 \div 14,4 I_n$  (solo magnetico).

Devono essere dotati di chiusura rapida con manovra indipendente e le singole fasi degli interruttori multipolari sono separate tra loro attraverso un diaframma isolante.

La protezione differenziale deve essere realizzata per accoppiamento di un blocco associabile.

Limitatamente alla versione 1P+N, il blocco associabile deve essere largo 2 passi da 9 mm.

Le correnti nominali di intervento differenziale dovranno essere:

- tipo istantaneo  $I_{\Delta n}$ : 0,03 – 0,3 - 0,5 A;
- tipo selettivo  $I_{\Delta n}$ : 0,3 – 1 A;
- tipo I/S  $I_{\Delta n}$  regolabile sui valori: 0,3 – 0,5 – 1 A;
- tipo I/S/R  $I_{\Delta n}$  regolabile sui valori: 0,3 – 0,5 – 1 – 3A.

Tutti i blocchi differenziali associabili devono essere protetti contro gli interventi intempestivi (onda di corrente di prova 8/20 µs); i dispositivi differenziali di tipo "si – super immunizzati" sono inoltre caratterizzati da una protezione aggiuntiva contro gli interventi intempestivi causati da presenza di armoniche, sovratensioni di origine atmosferica e sovratensioni di manovra, che permette loro di raggiungere livelli di

tenuta alle correnti impulsive (onda di corrente di prova 8/20  $\mu$ s) pari a 3 kA, per le versioni istantanee, e 5 kA per le versioni selettive.

Sensibilità alla forma d'onda:

- classe AC, per correnti di guasto alternate;
- classe A, per correnti di guasto alternate, pulsanti unidirezionali e/o componenti continue;
- classe A tipo "si", per correnti di guasto alternate, pulsanti unidirezionali e/o componenti continue.

Gli interruttori dovranno essere dotati di visualizzazione meccanica dell'intervento automatico, segnalato dalla posizione della leva di manovra, mentre l'intervento per differenziale viene visualizzato sul fronte del blocco associato.

Dovranno, inoltre, avere un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN.

I morsetti devono essere dotati di un dispositivo di sicurezza che evita l'introduzione di cavi a serraggio eseguito; inoltre, l'interno dei morsetti è zigrinato, in modo da assicurare una migliore tenuta.

Per correnti nominali fino a 63 A, è possibile collegare cavi di sezione fino a 50 mm<sup>2</sup>; per correnti superiori, cavi di sezione fino a 70 mm<sup>2</sup>.

La dimensione dei poli degli interruttori automatici magnetotermici è uniformata alle seguenti taglie:

- 1 modulo da 18 mm fino a  $I_n = 63$  A;
- 1 modulo da 27 mm fino a  $I_n = 125$  A;
- 1 modulo da 9 mm per gli interruttori 1P+N;
- 3 moduli da 18 mm per gli interruttori 3P+N.

Potranno essere alimentati anche da valle, senza alterazione delle caratteristiche elettriche.

Gli interruttori modulari potranno essere dotati dei seguenti ausiliari elettrici:

- contatti ausiliari di segnalazione aperto/chiuso (OF);
- contatti di segnalazione di intervento su guasto (SD);
- ausiliario bi-funzione commutabile: aperto/chiuso + aperto/chiuso o intervento su guasto (OF+OF\SD);
- sganciatori a lancio di corrente integranti un contatto ausiliario aperto/chiuso (MX + OF);
- sganciatori di massima tensione (MSU);
- sganciatori di minima tensione (MN);
- sganciatore di minima tensione temporizzato (MN S).

Dovranno essere dotati, su richiesta, dei seguenti ausiliari elettrici:

- telecomando con funzione teleruttore;
- telecomando con funzione contattore;
- sganciatori d'emergenza;
- telecomando;
- ausiliario per temporizzazione telecomando;
- ausiliario per comando impulsivo e/o mantenuto telecomando;
- ausiliario per riarmo automatico telecomando;
- ausiliario per riarmo automatico n° 3 telecomandi.

I blocchi differenziali regolabili, o con corrente nominale pari a 125 A, potranno essere dotati dei seguenti ausiliari elettrici:

- contatto di segnalazione di intervento per guasto differenziale;
- sganciatore a lancio di corrente.

L'accoppiamento meccanico degli ausiliari elettrici deve essere effettuato senza l'uso di utensili.

Gli interruttori potranno essere comandati mediante manovra rotativa, con eventuale blocco porta; potranno essere accessoriati di coprिमorsetti o copriviti, che assicurano un grado di protezione superiore ad IP20.

Inoltre, possono essere dotati di un blocco a lucchetto, installabile con facilità, in posizione di interruttore aperto.

## INDICE

### D – Gruppi elettrogeni e quadri di commutazione

<b>1. OGGETTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3. DATI PRINCIPALI</b> .....	<b>6</b>
3.1 DATI AMBIENTALI.....	6
3.2 DATI TECNICI.....	6
3.3 COMPOSIZIONE DEL GRUPPO ELETTROGENO .....	7
3.3.1 <i>Influenza delle armoniche prodotte dal convertitore AC / DC dell'UPS sulla rete</i> 8	
3.3.2 <i>Arresto d'emergenza</i> .....	8
<b>4. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE</b> .....	<b>9</b>
4.1 MOTORE DIESEL .....	9
4.1.1 <i>Generalità</i> .....	9
4.1.2 <i>Caratteristiche di funzionamento</i> .....	10
4.1.3 <i>Sistema di raffreddamento</i> .....	10
4.1.4 <i>Silenziatori gas di scarico e tubazioni</i> .....	10
4.1.5 <i>Silenziatori sull'aspirazione e sull'espulsione dell'aria</i> .....	11
4.2 GENERATORE SINCRONO .....	11
4.3 IMPIANTO CARBURANTE .....	12
4.3.1 <i>Serbatoio principale di stoccaggio</i> .....	12
4.3.2 <i>Serbatoio di servizio giornaliero</i> .....	13
4.3.3 <i>Sistema di riempimento automatico</i> .....	13
4.4 QUADRI ELETTRICI.....	14
4.4.1 <i>Consistenza</i> .....	14
4.4.2 <i>Quadro Controllo Gruppo</i> .....	14
4.5 ELENCO AVARIE E STATI .....	18
4.5.1 <i>Avarie e stati visualizzati sul display installato sul GE</i> .....	18
4.5.2 <i>Stati ed allarmi al sistema di supervisione</i> .....	20
4.5.3 <i>Segnalazioni avarie del GE</i> .....	21
<b>5. SISTEMI DI COMMUTAZIONE</b> .....	<b>23</b>
<b>6. PROVE E CERTIFICATI</b> .....	<b>25</b>
<b>7. DOCUMENTAZIONE</b> .....	<b>26</b>
7.1 QUADRO ELETTRICO .....	26



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

7.2	GRUPPO DIESEL.....	26
7.3	DISEGNI IMPIANTISTICI .....	26

## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali dei gruppi elettrogeni (GE) e quadri commutazione, inseriti nelle Cabine Trasformazione MT/BT, nonché dei relativi sistemi ausiliari, sintetizzabili in:

- serbatoio di stoccaggio;
- sistema di riempimento automatico del serbatoio di servizio;
- quadro elettrico di controllo riempimento automatico;
- quadro di controllo del gruppo;
- quadri di commutazione rete - gruppo;
- materiali accessori vari, come nel seguito riportato.

Il tutto sarà da fornire in opera completo e funzionante, in accordo con le normative in vigore e approvazione di conformità dei VVF della Provincia di competenza.

Scopo dei gruppi elettrogeni è la produzione dell'energia elettrica di riserva per alimentare, in caso di mancanza della rete, gli impianti d'illuminazione, di ventilazione ed i servizi della galleria in progetto.

Il dimensionamento dei gruppi è stato eseguito sulla base dell'entità delle "prese di carico" del motore Diesel necessarie per soddisfare le esigenze dell'impianto; il Costruttore del gruppo dovrà verificare e, quindi, garantire la possibilità che il gruppo soddisfi le necessità dell'impianto.

L'Appaltatore è tenuto a inviare al costruttore del GE le potenze definitive delle utenze, o a confermare quelle riportate in progetto.

Le logiche di controllo dei vari sistemi (illuminazione e ventilazione galleria, pressurizzazione by-pass pedonali e acqua antincendio) dovranno gestire le sequenze di inserimento dei carichi in funzione dei diversi scenari che potrebbero presentarsi; dovrà, pertanto, essere elaborata ed inserita nei documenti del progetto esecutivo, l'analisi della presa di carico del gruppo adottato.

Tutto quanto non eventualmente precisato nella presente specifica e che riguarda, entro i limiti della fornitura, particolarità essenziali per il funzionamento o il rispetto delle normative sia tecniche, sia di sicurezza, dovrà essere comunque incluso nella fornitura in opera.

L'Appaltatore avrà la responsabilità sulla corretta realizzazione del sistema, secondo la regola dell'arte e sulla conformità alle normative vigenti alla data del contratto.

L'Appaltatore deve coordinare la fornitura del GE con la costruzione della cabina, ai fini della verifica dei dettagli costruttivi di quest'ultima: passaggi tubazioni gasolio, posizionamento della valvola a strappo, del serbatoio di stoccaggio, valvola di sfogo per il serbatoio di stoccaggio, canalizzazioni elettriche per il livello del serbatoio, posizione del quadro di controllo ai fini delle canalizzazioni per i cavi e, in generale, per tutti quei dettagli che sono propri dell'impiantistica del gruppo elettrogeno.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

La progettazione e la costruzione del sistema di energia di riserva in oggetto deve essere realizzata conformemente a quanto previsto dalle ultime edizioni ed aggiornamenti delle seguenti disposizioni normative e legislative:

- Decreto Ministero degli Interni del 30 Novembre 1983 “Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi”;
- D.P.R. n° 459 del 24 luglio 1996 “Regolamento per l’attuazione di direttive CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine”;
- D.Lgs. 25 novembre 1996 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione” e s.m.i.;
- Decreto Ministero dell’Ambiente 20 ottobre 1998 “Requisiti tecnici per la costruzione, installazione e l’esercizio dei serbatoi interrati”;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 Marzo 1991 e Decreto Legislativo 15 Agosto 1991 n. 277.  
Questo Decreto fissa i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi, lavorativi e nell’ambiente esterno; in attesa dell’approvazione di un’apposita Legge quadro, il Decreto, in attuazione dell’art. 2 legge 8 luglio 1986, n. 349, stabilisce in via transitoria i limiti massimi di esposizione nei suddetti ambienti. Sarà onere dell’appaltatore verificare, al momento della realizzazione, lo stato normativo al riguardo e, conseguentemente, adeguare la fornitura alle prescrizioni in vigore;
- D. Min. Interni del 13 luglio 2011 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l’installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi”;
- Norme UNI EN ISO 9001 “Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti”;
- Norme ISO 3046 “Reciprocating internal combustion engines – Performance”;
- Norme ISO 8528 “Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets”;
- Norme CEI EN 60439 (CEI 17-13) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”;
- Norme CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua”;
- Norme CEI EN 60529 (CEI 70-1) “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”;
- Norme CEI EN 60034-1 (CEI 2-3) “Macchine elettriche rotanti - Parte 1: Caratteristiche nominali e di funzionamento”;



- Norme CEI EN 60034-6 (CEI 2-7) “Macchine elettriche rotanti - Parte 6: Metodi di raffreddamento (Codice IC)”;
- Norme CEI EN 60034-7 (CEI 2-14) “Macchine elettriche rotanti - Parte 7: Classificazione delle forme costruttive e dei tipi di installazione nonché posizione delle morsettiere (Codice IM)” e successive varianti;
- Norme CEI EN 60034-8 (CEI 2-8) “Macchine elettriche rotanti - Parte 8: Marcatura dei terminali e senso di rotazione”;
- Norme CEI EN 60034-22 (CEI 2-28) “Macchine elettriche rotanti – Parte 22: Generatori a corrente alternata per gruppi elettrogeni azionati da motori a combustione interna a pistoni”.

L'impianto e gli equipaggiamenti elettrici a bordo GE dovranno rispondere alle Norme CEI EN 60204-1 (CEI 44-5).

Ai fini della direttiva 2004/108/CE, recepita nell'ordinamento italiano con il D.Lgs. N° 194 del 6 novembre 2007, sono richiesti al Costruttore i certificati delle prove EMC (prove di emissione, effettuate in sito omologato da ente designato dal Ministero delle Telecomunicazioni, e prove di immunità secondo CEI EN 61000 - 6).

Le prove, ai fini della EMC, si intendono effettuate sul gruppo elettrogeno oggetto della fornitura (o su una macchina uguale), completo di tutti i suoi accessori, in assetto di marcia.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

### 3. DATI PRINCIPALI

#### 3.1 *Dati ambientali*

– Clima	continentale
– Altitudine	< 2000 m s.l.m.
– Ambiente di installazione	assimilabile al tipo industriale
– Grado di inquinamento	3 (ambiente industriale)
– Temperatura minima	-15°C
– Temperatura massima	+40°C
– Umidità relativa a +40°C	60%
– Umidità relativa a +20°C	90%
– Fenomeni di formazione di condensa	per variazioni di temperatura
– Atmosfera	polverosa, con presenza di gas di scarico
– Installazione del gruppo	all'esterno, in container non presidiato

#### 3.2 *Dati tecnici*

I dati tecnici dei gruppi elettrogeni sono i seguenti, tenendo conto che la potenza nominale del gruppo elettrogeno è espressa come PRP (Prime Power), secondo la definizione della norma ISO 8528-1:

• potenza gruppo elettrogeno	1500 kVA;
• tensione nominale generatore sincrono a carico	400 V;
• frequenza	50 Hz;
• velocità	1500 giri/min.;
• tempo di avviamento e presa del primo gradino di carico	< 10 s;
• avviamento elettrico con motore a	24 Vcc;
• avviamenti consecutivi	quattro;
• sovraccarichi minimi:	
– per la durata di 1 ora	10%,
– per la durata di 10 minuti	15%,
– per la durata di 4 minuti	30%;
• batterie di avviamento	Ni-Cd per avviamento motori.

Il tipo di batteria è stato scelto per la possibilità di basse temperature nei luoghi di installazione dei gruppi (-10°C) e per garantire una vita di almeno 15 anni; a parità di queste condizioni (da garantire), possono essere impiegate batterie al piombo ermetiche.

La capacità delle batterie sarà adeguata al numero di avviamenti consecutivi richiesti ed all'alimentazione dei circuiti e sistemi ausiliari.

### **3.3 Composizione del gruppo elettrogeno**

Ogni gruppo elettrogeno sarà adibito a fonte di energia elettrica di riserva; sarà costituito da:

- motore diesel, con serbatoio del combustibile incorporato;
- generatore sincrono trifase;
- impianto espulsione gas di scarico con silenziatore di tipo residenziale;
- batteria d'avviamento;
- quadro automatico di comando e controllo gruppo;
- quadri di commutazione e distribuzione;
- quadro alimentazione e controllo riempimento automatico serbatoio di servizio;
- impianto combustibile con sistema di riempimento automatico;
- serbatoio di stoccaggio a doppia parete da 5000 litri;
- tubazioni ed accessori quali, tra l'altro:
  - termostato per massima temperatura acqua;
  - pressocontatto per minima pressione olio;
  - sensore di livello per arresto in caso di basso livello acqua radiatore;
  - trasmettitore per termometro acqua;
  - trasmettitore per manometro olio;
  - dispositivo di preriscaldamento acqua completo di termostato;
  - giunto elastico lamellare di accoppiamento con il generatore sincrono;
  - sensori ed equipaggiamenti necessari per la diagnostica e l'allarmistica;
  - misura del livello del serbatoio di stoccaggio per l'indicazione a distanza;
  - compensatore flessibile tra il collettore di scarico del motore e il tubo di scarico, al fine di risolvere i seguenti problemi:
    - smorzamento delle vibrazioni trasmesse al motore;
    - assorbimento delle dilatazioni provocate dalla temperatura;
    - recupero delle imprecisioni di montaggio e costruzioni;

- sostegno delle tubazioni, per impedire che sul collettore di scarico gravi un peso eccessivo;
- valvole ed elettrovalvole;
- valvola a strappo e relativo comando, per l'intercettazione del flusso del combustibile;
- tubazioni di collegamento serbatoio di stoccaggio;
- tubazioni combustibili, aria, acqua, oli di lubrificazione, gas di scarico, ecc.;
- valvole e raccorderia, per mandata, ritorno e di troppo pieno, del serbatoio di servizio;
- tubi di sfiato per i serbatoi;
- filtri vari.

Il gruppo sarà completo di tutti gli accessori ed i dispositivi di sicurezza richiesti dal Decreto Ministero degli Interni del 13 luglio 2011.

### *3.3.1 Influenza delle armoniche prodotte dal convertitore AC / DC dell'UPS sulla rete*

In condizioni d'emergenza, il gruppo elettrogeno alimenta, tra le altre utenze, un UPS; il Costruttore dovrà verificare e, eventualmente, adattare la potenza dell'alternatore alla situazione.

L'Appaltatore dovrà coordinare i Costruttori degli UPS e dei GE ai fini del dimensionamento degli alternatori dei GE; questo al fine di evitare un funzionamento instabile nella regolazione della tensione del generatore.

### *3.3.2 Arresto d'emergenza*

Il quadro controllo del GE dovrà essere predisposto per ricevere un segnale NA per l'arresto del GE, su comando d'apertura generale cabina elettrica.

Sul quadro di controllo del gruppo dovrà essere presente un pulsante per l'arresto d'emergenza.

Un secondo pulsante, entro cassetta con vetro frangibile, dovrà essere fornito ed installato all'esterno del locale del GE.

## 4. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

### 4.1 Motore Diesel

#### 4.1.1 Generalità

Il motore primo del GE sarà di tipo industriale, a ciclo diesel con alimentazione a gasolio, con partenza rapida da freddo, completo di tutti gli accessori e i dispositivi di sicurezza, richiesti dalla normativa vigente per il suo regolare funzionamento; le sue caratteristiche saranno adeguate alle prestazioni richieste al gruppo elettrogeno e descritte in precedenza.

Sarà, indicativamente, corredato di:

- radiatore con ventilatore soffiante per il raffreddamento dell'acqua motore, completo di convogliatore e serrande antipioggia con rete anti insetto;
- pompa di circolazione acqua di raffreddamento;
- valvola termostatica per la regolazione automatica della temperatura dell'acqua di raffreddamento;
- turbo compressore azionato dai gas di scarico, per sovralimentazione motore, con eventuale raffreddamento aria di combustione tramite scambiatore;
- volano con corona dentata;
- filtri olio pre-filtro;
- refrigerante olio;
- filtro combustibile;
- pompa alimentazione combustibile;
- pompa iniezione;
- regolatore automatico di velocità di tipo elettronico;
- collettori e condotti di scarico coibentati, completi di silenziatore gas di scarico;
- compensatore flessibile tra collettore e tubo di scarico;
- leva variazione giri e arresto motore;
- strumentazione motore montata a bordo del quadro di comando e controllo, comprendente:
  - manometro olio,
  - termometro acqua,
  - contagiri,
  - contaore di funzionamento del motore,
  - contatore del numero di avviamenti;

- resistenze elettriche per preriscaldamento testata, di particolare robustezza e adatte ad operare con una variazione di tensione di rete del  $\pm 10\%$ , complete di dispositivo per la rivelazione interruzione o bruciatura resistenze;
- cablaggio ed accessori dell'impianto elettrico a bordo gruppo per le interconnessioni degli equipaggiamenti elettrici esterni;
- dispositivo elettronico di arresto per sovravelocità indipendente dal regolatore di velocità, incorporato nel quadro di comando e controllo.

#### 4.1.2 Caratteristiche di funzionamento

La regolazione della velocità del motore comprenderà:

- regolatore di velocità elettronico;
- classe di precisione a Norma ISO 3046/IV;
- classe di regolazione "A1";
- dispositivo elettronico di arresto per sovra velocità del motore:
  - incorporato nella logica di comando e controllo del gruppo elettrogeno,
  - con possibilità di impostazione della soglia di intervento;
- calibrazione della tensione nel campo  $95 \div 105\%$  del valore nominale, mediante trimmer predisposto a bordo del regolatore di tensione;
- regolazione automatica della tensione mediante regolatore di tensione elettronico, avente le seguenti caratteristiche:
  - variazione permanente di tensione in regime statico, per variazione del carico da 0 al 100% e viceversa, con fattore di potenza compreso fra 0,8 e 1:  $\pm 1,5\%$ .

#### 4.1.3 Sistema di raffreddamento

Il sistema di raffreddamento sarà ad acqua dolce, con pompa di circolazione e valvola termostatica; si utilizzerà una miscela antigelo per una temperatura fino a  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Il radiatore sarà dimensionato per la massima temperatura ambiente, con ventola soffiante azionata direttamente dal motore diesel.

Saranno previste le tubazioni ed i manicotti di collegamento tra motore e radiatore, nonché il termostato alta temperatura e dispositivo di basso livello acqua per arresto automatico; dovrà, inoltre, essere fornito tutto quanto necessario per convogliare l'aria all'esterno del locale.

#### 4.1.4 Silenziatori gas di scarico e tubazioni

I silenziatori gas di scarico saranno del tipo residenziale ( $-35 \div 40$  dBA), completi di flangie e contro flangie, staffe di fissaggio, prolunga in tubo all'uscita del silenziatore per portare i gas di scarico ad altezza adeguata; saranno posizionati sopra il gruppo e

dovranno essere coibentati per limitare il rumore aereo e per la prevenzione contro i contatti con superfici ad alta temperatura.

La tubazione dei gas di scarico combusti sarà realizzata in tubo d'acciaio di sufficiente robustezza e tenuta; sarà completa di giunto dilatatore smorzatore di vibrazioni, flangie d'accoppiamento con guarnizioni, curve cambio direzione, ove necessario, materiali di fissaggio.

La tubazione dei gas di scarico sarà provvista di idonea coibentazione, realizzata con rivestimento iniziale in nastro di fibra di vetro, successivamente ricoperto con coppelle in materassino di lana minerale incombustibile di classe "0" di reazione al fuoco e finitura esterna in lamiera d'alluminio.

#### 4.1.5 Silenziatori sull'aspirazione e sull'espulsione dell'aria

I silenziatori, da prevedere sull'aspirazione e sull'espulsione dell'aria, garantiranno un abbattimento  $\geq 25$  dB; saranno completi di griglia anti pioggia in acciaio zincato, con alette fisse e rete di protezione antinsetto, nonché di controtelaio di fissaggio.

## 4.2 Generatore sincro

Il generatore sincro sarà trifase, auto eccitato ed auto regolato (con regolatore automatico di tensione), senza spazzole; dovrà essere in grado di alimentare carichi distorcenti per una potenza complessiva stimabile dalla potenza dell'UPS, rilevabile dalle specifiche tecniche e dagli schemi generali.

Le caratteristiche tecniche principali saranno:

- tipo brushless monosupporto;
- potenza minima per servizio di riserva idonea alla potenza del gruppo;
- frequenza nominale 50 Hz;
- sovraccarichi minimi:
  - per la durata di 1 ora 10%;
  - per la durata di 10 minuti 15%;
  - per la durata di 4 minuti 30%;
  - per la durata di 2 minuti 50%;
- fattore di potenza 0,8;
- tensione nominale 400 / 230 V;
- numero poli 4;
- velocità 1500 giri/min.;
- velocità di fuga 2250 giri/min.;
- isolamento classe H o F;

- raffreddamento aria, autoventilato;
- grado di protezione IP 23;
- grado di soppressione delle interferenze classe N, secondo VDE;
- esecuzione secondo norme CEI 2-3, IEC 34-1, VDE 0530, UTE 51100.

Il centro stella per la formazione del neutro dovrà essere realizzato all'interno della scatola morsettiere; saranno resi accessibili i terminali U – V – W – N.

### 4.3 Impianto carburante

#### 4.3.1 Serbatoio principale di stoccaggio

Il serbatoio principale di gasolio di ciascun gruppo elettrogeno sarà interrato e posizionato all'esterno della cabina a circa 1,5 m; avrà una capacità di 5.000 litri.

La costruzione sarà secondo i requisiti contenuti nel D.M. n° 246/99; sarà del tipo a cisterna a doppia parete, realizzato in lamiera d'acciaio saldata, con rivestimento esterno in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro (spessore del rivestimento  $\geq 3\text{mm}$ ).

L'intercapedine sarà riempita di glicole monopropilenico inibito (non inquinante), il cui livello è costantemente controllato da un dispositivo automatico di controllo perdite, con allarme da portare a distanza.

Sarà munito di passo d'uomo di dimensioni non inferiori a 70 x 70 cm, dotato di pozzetto con chiusino carrabile, e completo di:

- raccordo di riempimento, con dispositivo omologato limitatore di carico al 90%;
- raccordo per il collegamento della mandata combustibile al serbatoio di servizio;
- raccordo per il collegamento del ritorno "troppo pieno" dal serbatoio di servizio;
- raccordo per il collegamento della tubazione di sfiato;
- galleggiante per segnalazione del minimo livello;
- asta metrica;
- tabella di ragguaglio;
- trasmettitore per l'indicazione continua del livello, segnale d'uscita  $4 \div 20 \text{ mA}$ ,  $\geq 750 \Omega$ ;
- indicatore di livello da installare nel quadro di comando GE;
- disegni del serbatoio, oltre a quelli esecutivi per le opere civili e per l'installazione delle tubazioni;
- certificato di collaudo di prova a pressione, come previsto dalla Legge 27 marzo 1969, n° 121.

#### 4.3.2 Serbatoio di servizio giornaliero

Il serbatoio di servizio giornaliero, della capacità di 120 litri, dovrà essere conforme alle normative in vigore.

Il sistema di approvvigionamento carburante si compone di:

- tubazione di troppo pieno per il ritorno al serbatoio principale;
- bacino di contenimento, se necessario, avente un volume superiore ad  $\frac{1}{4}$  di quello del serbatoio e, comunque, conforme alla normativa;
- dispositivi d'intercettazione automatici del flusso del combustibile;
- valvola "a strappo" per l'intercettazione del flusso del combustibile proveniente dal serbatoio di stoccaggio, da posizionare entro un pozzetto, completa di comando e funi di rinvio posto all'esterno del locale gruppo;
- sensori per la misura del livello del combustibile;
  - livellostati per la logica di comando del riempimento del serbatoio di servizio,
  - segnalatore di perdite del combustibile da installare nel locale gruppo, con allarme riportato al sistema di telecontrollo,
  - tappo di spurgo;
- gruppo di riempimento, con un bacino di raccolta in lamiera per eventuali perdite.

Il gruppo di riempimento sarà costituito da:

- elettropompa autoadescante con motore elettrico con protezione IP55;
- pompa manuale;
- valvole per il by-pass;
- elettrovalvola di blocco.

#### 4.3.3 Sistema di riempimento automatico

Per il rifornimento di combustibile, deve essere previsto un sistema automatico e manuale che prelevi il gasolio dal serbatoio di stoccaggio e l'invii a quello di servizio, incorporato con il motore

Tale sistema prevede un quadro di alimentazione e controllo, alimentato direttamente dalla linea del gruppo; pertanto, è attivato solo quando il gruppo è in servizio.

La logica di controllo è alimentata dalla batteria del gruppo.

Il gruppo di pompaggio è dotato di un'elettrovalvola d'intercettazione del gasolio, comandata dal massimo livello assoluto del serbatoio di servizio.

Il quadro deve ricevere i segnali di livello del serbatoio di servizio: massimo assoluto, massimo operativo e minimo operativo.

#### 4.4 Quadri elettrici

Per i quadri elettrici in bassa tensione, salvo quanto qui diversamente precisato, valgono le norme tecniche ad essi relative.

##### 4.4.1 Consistenza

I quadri elettrici da fornire in opera, unitamente al gruppo elettrogeno, sono i seguenti:

1. quadro controllo gruppo, contenente il sistema di comando e controllo del gruppo elettrogeno;
2. quadro interruttore di macchina a bordo GE;
3. quadro per il riempimento automatico del serbatoio di servizio;
4. quadro ripartizione alimentazione QGE verso i quadri generali di bassa tensione, laddove previsto.

##### 4.4.2 Quadro Controllo Gruppo

###### 4.4.2.1 Generalità

Il quadro controllo gruppo (QCG), costruito in accordo alla Norma CEI EN 60439 e circuitalmente secondo lo standard del Costruttore, conterrà:

- l'interruttore di macchina, completo con coprimorsetti e accessori vari necessari per la logica di funzionamento, che dovrà avere sganciatori magnetotermici del tipo a microprocessore, tarati opportunamente per la protezione di generatori;
- il sistema di controllo e supervisione, a mezzo di PLC, per tutte le funzioni, compresa la diagnostica e supervisione del motore, del generatore e dei relativi sistemi ausiliari;
- l'interfaccia con i commutatori di rete, dai quale riceve i segnali di start e stop; deve essere possibile l'avviamento del GE e la commutazione anche su richiesta di un solo quadro di commutazione, mentre l'altro opera normalmente con la tensione di rete;
- dispositivi di scelta operativa, pulsanti, segnalazioni luminose e/o digitali a mezzo display;
- misure di tutti i parametri elettrici e del motore, a mezzo di strumenti dedicati e/o display;
- apparecchiature per il caricabatterie;
- l'acquisizione dei segnali d'arresto d'emergenza.

Il quadro dovrà essere completo di connettori e/o morsettiere per il collegamento dei circuiti ausiliari del gruppo elettrogeno e per consentire l'interfaccia con le altre apparecchiature esterne.

#### 4.4.2.2 Funzioni

Questo quadro ha lo scopo di:

- avviare ed arrestare il gruppo sia localmente, sia a distanza;
- alimentare la pompa del rifornimento automatico;
- caricare la batteria d'avviamento del motore;
- controllare e proteggere sia l'alternatore, sia il motore diesel;
- indicare, tramite display, le misure, gli allarmi e le cause degli eventuali disservizi;
- visualizzare, tramite pagine video, le varie condizioni operative;
- permettere i test sul gruppo, senza interessare il sistema di commutazione;
- ricevere dai commutatori di rete il segnale di start o di ritorno rete per lo stop;
- inviare ai commutatori di rete i segnali di avviamento completato per la commutazione.

Sul fronte del quadro sono riportati:

- l'interfaccia utente, costituito da un display grafico, pulsante d'emergenza e chiave d'attivazione;
- l'indicatore di livello (0 - 100%) del gasolio nel serbatoio di stoccaggio.

#### 4.4.2.3 Modi operativi

Il sistema di controllo permette cinque modi di funzionamento, quattro gestiti dalla logica a microprocessore ed uno gestito da una logica elettromeccanica; i modi di funzionamento sono di seguito elencati:

1. OFF;
2. MANUALE;
3. AUTOMATICO;
4. TEST;
5. EMERGENZA (logica elettromeccanica).

Relativamente ai modi di funzionamento gestiti dalla logica a microprocessore, il passaggio da una modalità all'altra deve essere sempre possibile in qualsiasi istante, così come la gestione remota.

In modalità **OFF** tutte le uscite di comando sono disattivate, ad eccezione dell'uscita sezionatore rete, che rimane attiva anche se il quadro non è alimentato; sono, inoltre, disabilitati tutti gli ingressi relativi a comandi o avarie.

Il GE non può essere avviato da nessuna postazione.

Quando si passa da Manuale/Automatico/Test ad OFF il gruppo elettrogeno, se in funzione, dovrà essere arrestato con effetto immediato.

Predisponendo la condizione **MANUALE**, si toglie alla logica il comando del gruppo elettrogeno e si pone il sistema sotto il controllo dell'operatore; alla logica restano, comunque, le mansioni di supervisione del gruppo, se in moto, sulle possibili errate manovre dell'operatore, nonché la visualizzazione dei parametri elettrici di rete e di gruppo e dei parametri meccanici.

In questa condizione, l'avviamento non è possibile dai commutatori di rete, nemmeno se predisposti su manuale, mentre da questi quadri deve essere possibile la commutazione tramite i pulsanti d'apertura del sezionatore di rete e la chiusura di quello di gruppo.

La logica, in Manuale, deve provvedere anche a:

- inibire il pulsante d'avviamento, se il gruppo è in moto;
- inibire il pulsante di chiusura (sezionatori di scambio sul commutatore), fino a quando i parametri di gruppo sono fuori dei limiti nominali;
- inibire la possibilità di chiusura contemporanea dei sezionatori di rete e di gruppo, indipendentemente dal blocco meccanico esistente. Infatti, il comando di chiusura di un sezionatore del commutatore, provoca l'immediata apertura dell'altro (se chiuso) e l'inserzione di un ritardo nella chiusura di quello comandato; si evita, così, l'inseppimento dei due sezionatori che formano il commutatore;
- aggiornare il contaore di moto del gruppo;
- aggiornare il conta interventi del gruppo.

In **MANUALE**, restano operanti le protezioni sul gruppo.

In modalità **AUTOMATICO**, la logica assume il comando e controllo del gruppo elettrogeno e consente la gestione completamente automatica dello stesso.

Deve essere consentito che ad una sola linea (QGBT o QCI) venga a mancare l'alimentazione; in tale condizione, il GE dovrà avviarsi e comandare la commutazione del solo sistema fuori tensione, mentre l'altro sistema resta alimentato dalla rete.

La logica dei commutatori di rete effettua costantemente il controllo della tensione di rete, sulle tre fasi.

In caso di anomalia, su uno o entrambi i quadri con commutazione, quale mancanza di una o più fasi o variazione su una o più fasi dei valori limite impostati ( $\pm 15\%$ , comunque regolabili), la logica dei corrispondenti commutatori comanda l'apertura del sezionatore di rete e innesca la sequenza di avviamento del gruppo elettrogeno.

Con gruppo in moto, viene monitorato lo stato di funzionamento e visualizzate le relative grandezze elettriche; al raggiungimento dei valori nominali di tensione e frequenza, viene comandata la chiusura del sezionatore di scambio rete – gruppo.

Durante il funzionamento del gruppo devono essere controllati:

- i parametri del motore diesel, per rilevare eventuali disfunzioni di natura meccanica;
- la rete principale, in attesa del rientro del valore di tensione entro i limiti impostati;
- i parametri elettrici del gruppo elettrogeno, in maniera da arrestarlo in caso di anomalie e sovraccarico.



Inoltre, deve essere attivato il contatore di funzionamento ed archiviato, su memoria non volatile, ogni intervento effettuato dal gruppo elettrogeno.

Al ritorno della tensione di rete entro i limiti nominali, e dopo un tempo regolabile (nel nostro caso almeno 5 minuti, per avere la certezza che la rete pubblica sia stabile), deve essere comandata l'apertura del o dei sezionatori di gruppo e, successivamente, la chiusura del o dei sezionatori di rete.

Il gruppo elettrogeno deve continuare a funzionare a vuoto per un periodo di tempo programmabile, onde consentire un graduale ed efficace raffreddamento del motore.

Se durante la fase di raffreddamento si dovesse verificare ancora un'anomalia di rete, il gruppo elettrogeno rileverà nuovamente il carico di utenza; altrimenti, finito il ciclo di raffreddamento, si arresterà, restando pronto per un nuovo intervento.

Il comando di start deve rimanere attivo per il tempo reimpostato; se il GE non si avvia per un qualsiasi motivo, prima di dare un nuovo comando di start, la logica provvederà a fare una pausa di stop (tempo fra start e stop).

Invece, se il GE si avvia, il comando di start sarà disattivato automaticamente e verranno avviati i controlli dei parametri elettrici del GE e le temporizzazioni per la chiusura del sezionatore di gruppo.

Durante la fase di rientro della rete, la logica deve provvedere a monitorare costantemente la tensione di rete e, se quest'ultima è entro i limiti impostati, provvederà ad innescare la sequenza di scambio sezionatori e quella di raffreddamento motore.

Il funzionamento in **PROVA** deve consentire la verifica periodica dell'efficienza del gruppo elettrogeno, senza disturbare la normale erogazione di energia di rete alle utenze; si deve ottenere, in tale modo, l'avviamento automatico del GE ed il controllo del regolare funzionamento del motore e dell'alternatore.

Se durante il periodo **PROVA** si dovesse verificare un'anomalia sulla rete, la logica deve commutare il funzionamento da **PROVA** in **AUTOMATICO**; in tal modo, le utenze sarebbero alimentate regolarmente dal gruppo e, al ritorno della rete, da quest'ultima.

La funzione **EMERGENZA**, estremamente degradata, deve consentire l'utilizzo del GE anche in caso d'avaria della logica di comando e controllo; il comando e la commutazione viene realizzata in modo completamente manuale dall'operatore.

In **EMERGENZA**, si richiede che ogni manovra sia eseguita con estrema cautela, in quanto non esiste alcun controllo sui comandi effettuati dall'operatore (ad esclusione di quella sui sezionatori, che sono comunque interbloccati al fine di evitare il parallelo rete-GE), né sul corretto funzionamento del gruppo.



#### 4.5 *Elenco avarie e stati*

##### 4.5.1 *Avarie e stati visualizzati sul display installato sul GE*

Le anomalie e gli stati rappresentati dovranno essere quelli nel seguito riportati, nei limiti imposti dai sensori installati e dagli standard del Costruttore, e provocano le azioni identificate in tabella:

<b>POS</b>	<b>DENOMINAZIONE DEL SEGNALE</b>	<b>AZIONE DEL SEGNALE</b>
1	Bassa pressione olio motore	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
2	Alta temperatura liquido refrigerante motore	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
3	Sovravelocità (sovrafrequenza)	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
4	Basso livello liquido refrigerante nel radiatore	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
5	Bassi giri generatore (minima frequenza)	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
6	Combustibile in riserva (basso livello serbatoio di servizio)	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
7	Mancanza di combustibile (minimo livello assoluto serbatoio di servizio)	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
8	Massimo livello serbatoio di servizio (intervento sull'elettrovalvola di sicurezza omologata)	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
9	Minimo livello serbatoio di stoccaggio	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
10	Mancato avviamento	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
11	Avaria preriscaldamento	Segnalazione di stato
12	Bassa temperatura motore	Segnalazione di stato
13	Preriscaldamento in funzione	Segnalazione di stato



POS	DENOMINAZIONE DEL SEGNALE	AZIONE DEL SEGNALE
14	Time-out riempimento del serbatoio di servizio <sup>1</sup>	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
15	Selettore di scelta operativa NON su automatico (telesegnale)	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
16	Stop d'emergenza	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
17	Errore tensione generatore	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
18	Minima tensione batteria	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
19	Circuito relativo al caricabatteria guasto o non pronto	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
20	Sovraccarico generatore	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
21	Intervento relè 64S per guasto a terra generatore	Segnalazione d'avaria con arresto del GE
22	Richiesta d'intervento da sistema di commutazione	Segnalazione di stato
23	GE in funzione	Segnalazione di stato
24	GE in ciclo di preriscaldamento	Segnalazione di stato
25	Test periodico in esecuzione	Segnalazione di stato
26	Conta ore di moto del gruppo	Segnalazione di stato
27	Conta interventi del gruppo	Segnalazione di stato
28	GE in ciclo di raffreddamento	Segnalazione di stato
29	Perdite serbatoio di stoccaggio	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
30	Perdite tubazioni gasolio dal serbatoio di servizio al motore	Segnalazione d'anomalia senza arresto GE Allarme
31	GE in AUTOMATICO	Segnalazione di stato
32	GE in condizione operativa "MANUALE"	Segnalazione di stato con preallarme

<sup>1</sup> Ad avviamento della pompa avvenuto, il raggiungimento del massimo livello deve essere raggiunto entro un tempo calcolato, più un tempo prefissato; se trascorso questo tempo il livello non è stato raggiunto, viene dato un allarme e fermata la pompa.

<b>POS</b>	<b>DENOMINAZIONE DEL SEGNALE</b>	<b>AZIONE DEL SEGNALE</b>
33	GE in condizione operativa di "TEST"	Segnalazione di stato preallarme
34	GE escluso	Segnalazione di stato con allarme
35	Interruttori quadro ripartizione	Segnalazione di stato con allarme per interruttore aperto
36	Interruttore di manovra sezionatore su commutatore di rete QGBT	Segnalazione di stato con allarme per interruttore aperto
37	Interruttore di manovra sezionatore commutatore di rete QCI	Segnalazione di stato con allarme per interruttore aperto
38	Livello serbatoio di stoccaggio	Segnale analogico 4 ÷ 20 mA
39	Posizioni libere	

#### 4.5.2 Stati ed allarmi al sistema di supervisione

Il sistema di controllo deve disporre di una porta seriale RS232 che deve permettere il collegamento con il sistema di supervisione.

Gli stati e le misure da trasmettere sono riportate qui sotto; si ammettono variazioni quantitative e qualitative sulla base degli standard e le esperienze pratiche del Costruttore:

- $V_{RS}$  tensione concatenata R-S di rete;
- $V_{ST}$  tensione concatenata S-T di rete;
- $V_{TR}$  tensione concatenata T-R di rete;
- $V_{rete}$  tensione media di rete;
- $V_{UV}$  tensione concatenata di gruppo;
- $V_{VW}$  tensione concatenata di gruppo;
- $V_{WU}$  tensione concatenata di gruppo;
- $V_{gruppo}$  tensione media di gruppo;
- Hz frequenza di gruppo;
- $I_U$  corrente erogata dal GE;
- $I_V$  corrente erogata dal GE;
- $I_W$  corrente erogata dal GE;
- $V_{batt}$  tensione della batteria;
- $I_{batt}$  corrente erogata dal carica batterie;
- Contaore ore di funzionamento gruppo elettrogeno;

- Conta avviamenti numero d'avviamenti effettuati dal GE;
- Modo modalità di funzionamento del GE (A = Automatico, T = Test, M = Manuale);
- Stato commutatore RETE – GE su rete, su GE, aperto;
- Stato dello start 0 = non attivo, 1 = attivo;
- Stato dello stop 0 = non attivo, 1 = attivo;
- Motore avviato 0 = non attivo, 1 = attivo;
- Messaggi vedi tabella;
- Preallarmi vedi tabella.

Messaggi	Preallarmi
0 = Motore in moto	A = Bassa tensione batteria
1 = Raffreddamento motore	B = Alta tensione batteria
2 = Arresto motore	C = Riserva combustibile
3 = Attesa rientro rete	
4 = Preriscaldamento motore	
5 = Avarie inibite	

#### 4.5.3 Segnalazioni avarie del GE

1	Bassa pressione olio
2	Alta temperatura motore
3	Mancato avviamento generatore
4	Bassa tensione generatore
5	Alta tensione generatore
6	Bassi giri motore
7	Stop emergenza
8	Sovra velocità
9	Sovraccarico
10	Bassa tensione batteria
11	Alta tensione batteria



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

12	Alta temperatura olio
13	Rottura cinghia
14	riserva combustibile
15	manca acqua radiatore
16	Avaria con stop
17	Avaria senza stop
18	Guasto a terra 64S

## 5. SISTEMI DI COMMUTAZIONE

Il sistema di commutazione consentirà di rialimentare la rete proprietaria in media tensione, utilizzando il trasformatore alla rovescia.

I commutatori di rete sono installati all'interno del quadro di media tensione; questi dovranno acquisire lo stato degli interruttori principali ed ausiliari sul quadro controllo gruppo, al fine di stabilire la condizione di pronto per il funzionamento automatico del GE stesso.

Sul fronte del pannello commutatore deve essere previsto un sinottico di predisposizione e comando, comprendente:

- commutatore rotativo di scelta del modo operativo;
- pulsante luminoso di start GE;
- pulsante luminoso di stop (stop d'emergenza nella funzione automatica e di test);
- pulsante di reset;
- pulsante emergenza apertura di entrambi i sezionatori (rete e gruppo).

Al di sotto del pannello di comando, è previsto un sinottico operativo riportante:

- i comandi apri - chiudi dei sezionatori rete e gruppo;
- i segnalatori luminosi della posizione degli interruttori di partenza e dei sezionatori di commutazione.

Il sistema di commutazione consente di selezionare, tramite il commutatore rotativo, i seguenti programmi di funzionamento:

- AUTOMATICO;
- MANUALE;
- TEST (ciclo prova);
- ESCLUSO;
- EMERGENZA.

In AUTOMATICO, si consente la gestione completamente automatica del sistema GE e Commutazione; la logica dei quadri, infatti, deve effettuare costantemente il controllo della tensione di rete sulle tre fasi e, in caso d'anomalia, mancanza di una o più fasi o discordanza dai valori nominali di una di loro ( $\pm 15\%$  comunque regolabile), deve provvedere ad aprire il sezionatore di rete e ad innescare la sequenza d'avviamento del GE (sino a 4 tentativi, nel caso non partisse al primo).

Una volta avviato il gruppo, verificati i valori della tensione e frequenza del GE e tutti i parametri funzionali, la logica del gruppo deve inviare il comando di chiusura del sezionatore gruppo, consentendo l'erogazione d'energia elettrica dal GE.

Non appena la tensione di rete sarà tornata entro i suoi valori nominali, e dopo un tempo prefissabile, finalizzato alla stabilizzazione della condizione normale della rete, il



sistema di commutazione deve provvedere a ripristinare l'erogazione da rete, aprendo il sezionatore gruppo e chiudendo quello rete.

Il quadro controllo gruppo, dopo un ciclo di raffreddamento del motore, deve provvedere ad arrestarlo, predisponendolo per un successivo intervento.

Nella predisposizione MANUALE, si toglie al sistema di commutazione il potere decisionale di comando del GE; in tal modo, vengono abilitati i pulsanti relativi all'intervento ed all'arresto del motore, nonché all'apertura ed alla chiusura dei sezionatori di rete e di gruppo, le cui funzioni dovranno essere attivate manualmente dall'operatore.

Al sistema restano, in ogni caso, le funzioni di supervisione dei valori della tensione di rete, del gruppo, se in moto, e sulle possibili manovre errate comandate dall'operatore.

La selezione TEST (ciclo prova), attivando un ciclo completo d'intervento, consente la verifica del GE e di tutti i suoi automatismi, senza perturbare la normale alimentazione delle utenze di rete.

Se durante il ciclo di TEST occorre un'anomalia sulla rete, il sistema si dispone automaticamente su AUTOMATICO, sebbene il commutatore rotativo rimanga posto nella posizione di TEST.



## 6. PROVE E CERTIFICATI

Il GE ed i quadri dovranno essere sottoposti alle prove di accettazione e collaudo, presso la fabbrica del costruttore, previste dalle relative norme, alla presenza della Direzione Lavori o di un suo rappresentante.

Dovranno, inoltre, essere forniti i certificati relativi alle prove di tipo eseguite su macchine e quadri uguali ed i certificati di conformità.

## 7. DOCUMENTAZIONE

### 7.1 *Quadro elettrico*

- Disegno d'ingombro quotato
- Elenco materiali, indicante le caratteristiche tecniche dei materiali previsti ed i relativi fornitori
- Schema funzionale (simbologia prevista secondo IEC-CEI)
- Manuale d'istruzione, con descrizione di funzionamento e raccolta dei manuali e/o cataloghi dei componenti, evidenziando, nei cataloghi, quelli installati
- Protocolli di colloquio per le linee seriali
- Dichiarazione di conformità

### 7.2 *Gruppo diesel*

- Disegno di assieme
- Disegno di installazione di tutti i componenti
- Dettaglio componenti per il progetto delle opere civili
- Elenco materiali, indicante le caratteristiche tecniche dei materiali previsti ed i relativi fornitori
- Manuale d'istruzione, con descrizione di funzionamento e raccolta dei manuali e/o cataloghi dei componenti, evidenziando, nei cataloghi, i componenti installati

### 7.3 *Disegni impiantistici*

Disegni di assieme del gruppo e dei sistemi ausiliari, ubicati negli spazi previsti, consistenti in:

- piante, compresi il posizionamento dei pulsanti di emergenza, serbatoi combustibile, punti di allacciamenti elettrici, ecc.;
- disegni relativi all'installazione ed allo smontaggio;
- blocco di fondazione del gruppo, con i bulloni di ancoraggio, e del serbatoio di stoccaggio;
- dettagli per l'apertura per l'aria e per gli scarichi dei gas;
- percorso tubazioni, con dettagli costruttivi, carpenterie di sostegno ed elenco materiali;
- schemi elettrici funzionali e di interconnessione;
- schema delle morsettiere, con l'indicazione del cablaggio interno e riferimenti delle parti da connettere:



- apparecchio esterno da connettere con il relativo numero di morsetto, formazione, sezione e numero del cavo;

I documenti di base dovranno essere approvati dalla D.L., prima che siano resi esecutivi.

Nella stesura degli schemi dovranno essere utilizzati segni grafici a Norme CEI.

## INDICE

### E – Gruppi statici di continuità

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CARATTERISTICHE GENERALI DI FUNZIONAMENTO.....</b>	<b>6</b>
3.1 FUNZIONAMENTO NORMALE (PRESENZA DI RETE) .....	6
3.2 FUNZIONAMENTO DA BATTERIA (ASSENZA RETE) .....	6
3.3 RICARICA DELLA BATTERIA (RIENTRO RETE) .....	6
3.4 FUNZIONAMENTO DA RETE DI SOCCORSO.....	6
3.5 FUNZIONAMENTO DA BY - PASS MANUALE.....	7
<b>4. RADDRIZZATORE ESAFASE TOTAL CONTROLLATO.....</b>	<b>8</b>
4.1 FATTORE DI POTENZA E DISTORSIONE IN CORRENTE.....	8
4.2 ALIMENTAZIONE.....	8
4.3 FREQUENZA .....	8
4.4 POTENZA DI CORTO CIRCUITO .....	8
4.5 FUNZIONAMENTO.....	9
4.6 RENDIMENTO DEL RADDRIZZATORE.....	9
4.7 ONDULAZIONE RESIDUA DELLA COMPONENTE CONTINUA.....	9
4.8 REIEZIONE ARMONICA IN CORRENTE SULLA RETE 1 .....	9
4.9 TENSIONE CONTINUA PER LA BATTERIA .....	9
4.9.1 <i>Funzionamento in floating</i> .....	9
4.9.2 <i>Funzionamento in carica automatica</i> .....	9
4.9.3 <i>Funzionamento in carica manuale</i> .....	10
4.9.4 <i>Funzionamento in carica di formazione o di equalizzazione</i> .....	10
4.10 TOLLERANZA DELLA TENSIONE CONTINUA .....	10
4.11 TENSIONE CONTINUA DI FINE AUTONOMIA.....	10
4.12 PARAMETRI MODIFICABILI DELLA BATTERIA .....	10
4.13 REGOLAZIONE DELLA TENSIONE CONTINUA IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA DELLE BATTERIE .....	11
4.14 TEMPERATURA DEL LOCALE BATTERIA FUORI TOLLERANZA .....	11
4.15 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE PROFONDE .....	11

4.16	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI ED I SOVRACCARICHI .....	11
4.17	TEST DELLA BATTERIA .....	12
4.17.1	<i>Controllo presenza batteria .....</i>	<i>12</i>
4.17.2	<i>Allarme perdita di capacità .....</i>	<i>12</i>
4.17.3	<i>Controllo autoscarica .....</i>	<i>12</i>
4.17.4	<i>Controllo curva di scarica .....</i>	<i>13</i>
4.17.5	<i>Sicurezza nelle condizioni di test .....</i>	<i>13</i>
4.18	AUTONOMETRO .....	13
4.19	CICLO DI RICARICA .....	13
4.20	CONDIZIONI PER FUNZIONAMENTO CARICA BATTERIE.....	14
4.21	CONDIZIONI PER ARRESTO CARICA BATTERIE.....	14
<b>5.</b>	<b>INVERTER.....</b>	<b>16</b>
5.1	FUNZIONAMENTO.....	16
5.2	TENSIONE E FREQUENZA D'USCITA .....	16
5.3	SOVRACCARICO TERMICO .....	16
5.4	PRECISIONE STATICA.....	17
5.5	CAMPO DI SINCRONIZZAZIONE .....	17
5.6	PRECISIONE DINAMICA.....	17
5.7	REGIME SQUILIBRATO .....	17
5.7.1	<i>Tasso di distorsione armonica tra fase e neutro su carico lineare</i>	<i>17</i>
5.7.2	<i>Tasso di distorsione armonica tra fase e fase su carico lineare....</i>	<i>17</i>
5.7.3	<i>Tasso di distorsione armonica tra fase e neutro su carico distorcente</i>	<i>17</i>
5.7.4	<i>Tasso di distorsione armonica tra fase e fase su carico distorcente</i>	<i>17</i>
5.8	STABILITÀ IN FREQUENZA .....	17
5.9	SOVRACCARICO .....	18
5.10	PROTEZIONE INVERTER .....	18
5.11	CONDUTTORE DI NEUTRO.....	18
5.12	CARICO NOMINALE .....	18
5.13	CONDIZIONI DI AVVIO INVERTER.....	19
5.14	CONDIZIONE DI ARRESTO INVERTER.....	19
<b>6.</b>	<b>RETE DI SOCCORSO (RETE 2).....</b>	<b>21</b>
6.1	ALIMENTAZIONE TRIFASE CON NEUTRO .....	21
6.2	CAMPO DI SINCRONIZZAZIONE DELLA RETE DI SOCCORSO / CONDIZIONI DI TRASFERIMENTO .....	21

6.3	CAPACITÀ DI SOVRACCARICO DEL COMMUTATORE STATICO.....	21
6.4	PROTEZIONE DEL COMMUTATORE STATICO.....	21
6.5	BY-PASS DI MANUTENZIONE .....	22
6.6	RETE DI SOCCORSO SENZA IL NEUTRO .....	22
6.7	CONDIZIONI DI SINCRONIZZAZIONE.....	22
<b>7.</b>	<b>LA BATTERIA.....</b>	<b>23</b>
7.1	PROTEZIONE DELLA BATTERIA.....	23
7.2	TIPO .....	23
7.3	TENSIONE .....	23
7.4	AUTONOMIA .....	23
7.5	TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO .....	23
7.6	DIMENSIONAMENTO DELLA BATTERIA .....	23
<b>8.</b>	<b>CARATTERISTICHE GENERALI.....</b>	<b>24</b>
8.1	RENDIMENTI E PERDITE.....	24
8.2	CARPENTERIA .....	24
8.3	DIMENSIONI .....	24
8.4	COLLEGAMENTO E ATTESTAMENTO DEI CAVI .....	25
8.5	VENTILAZIONE.....	25
<b>9.</b>	<b>LA COMUNICAZIONE.....</b>	<b>26</b>
9.1	LINEA SERIALE.....	26
9.2	RELÈ .....	26
9.3	DISPLAY.....	28
9.3.1	<i>Indicazioni</i> .....	28
9.3.2	<i>Misure</i> .....	28
<b>10.</b>	<b>ASSISTENZA TECNICA.....</b>	<b>30</b>
<b>11.</b>	<b>ISPEZIONI E COLLAUDI .....</b>	<b>31</b>
11.1	GENERALITÀ.....	31
11.2	PROVE DI ACCETTAZIONE.....	31
11.3	ONERI DELLE PROVE .....	32
11.4	RIPETIZIONE DELLE PROVE E RELATIVI ONERI .....	32
<b>12.</b>	<b>DOCUMENTAZIONE.....</b>	<b>33</b>

## 1. OGGETTO

Il sistema di continuità statico, di seguito indicato col termine UPS, sarà destinato ad alimentare le utenze alla tensione trifase di 400 V, frequenza 50 Hz, con potenza resa indicata sugli schemi a  $\cos\phi$  0,8, predisposto per il collegamento in parallelo distribuito ridondante.

Ciascun sistema di continuità sarà essenzialmente costituito da:

- *raddrizzatore trifase totalcontrollato c.a./c.c.*, in grado di convertire la tensione alternata di alimentazione in tensione continua;
- *filtro attivo THM*, atto a ridurre la reiezione armonica in corrente verso rete, limitandola ad un valore minore al 4%; questa soluzione permette, inoltre, di ottenere un fattore di potenza d'ingresso di valore superiore a 0,98, con conseguente riduzione della corrente circolante nell'impianto e, quindi, con beneficio sui costi di gestione;
- *batteria di accumulatori al piombo ermetica in armadio senza manutenzione*, atta a garantire un'autonomia di 15 minuti primi (elevati a 30 minuti se nel sistema di alimentazione non è previsto il gruppo elettrogeno), attraverso l'inverter erogante verso il carico, alla potenza nominale, completa di interruttore automatico di protezione e sezionamento;
- *inverter statico c.c./c.a.*, realizzato con circuito elettronico di potenza a IGBT, in grado di riconvertire la tensione continua fornita dal raddrizzatore o dalla batteria di accumulatori, in tensione alternata sinusoidale verso l'utenza;
- *commutatore statico* sincronizzato con la rete di soccorso, per la continuità di alimentazione all'utenza in caso di arresto dell'inverter o sovraccarico eccedente l'ammissibile;
- *complesso di sezionatori sottocarico*, costituenti il sistema di by-pass manuale, in modo da permettere qualsiasi intervento di manutenzione o riparazione, senza che vi sia alcuna interruzione di alimentazione all'utenza;
- sistema a *microprocessori*, atti all'elaborazione dei comandi ed al controllo dell'apparecchiatura; inoltre avranno il compito di gestire le informazioni verso l'utente.

L'UPS dovrà essere equipaggiato di connettori, contatti ausiliari e schede che permettano l'interfaccia dell'apparecchiatura con il sistema di supervisione, consentendone così la gestione ed il controllo; tali dispositivi dovranno essere adattabili ad ogni esigenza e dovrà essere possibile, in caso di necessità, variarne la configurazione.

Sarà, inoltre, presente una porta di comunicazione utilizzata dal personale tecnico, che gli consentirà l'interfaccia tramite personal computer con l'UPS; questo per ottenere in modo estremamente rapido tutte le informazioni riguardanti l'installazione, verificarne il corretto funzionamento, simulare gli stati di funzionamento, velocizzando gli interventi tecnici.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Per quanto omissis e non diversamente precisato nel presente Capitolato e nei documenti che possono ad esso essere allegati o in esso richiamati, dovrà essere assicurata, come minimo, la rispondenza ai requisiti delle seguenti norme:

- vigente legislazione antinfortunistica italiana;
- Norme EN 50091-1 (CEI 22-13);
- Norme EN 50091-1-2 (CEI 22-16);
- Norme EN 50091-2 (CEI 22-9);
- Norme EN 60950 (CEI 74-2);
- Norme ISO 9001 (UNI EN 29001-2);
- Norme ISO 3746;
- Norme EN 55011/22;
- Norme EN 6240-3 :2001;
- Norme EN 50272-2;
- Norme EN 60529-2;
- Norme IEC 61000;
- Norme IEC 60950;
- Norme IEC 60146;
- Norme IEC 60068;
- Norme CEI EN 60896-21;
- Norme CEI EN 60204-1;
- Norme CEI EN-60529;
- Norme CEI 64-8;
- Norme CEI 17-13.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

### **3. CARATTERISTICHE GENERALI DI FUNZIONAMENTO**

#### **3.1 Funzionamento normale (presenza di rete)**

Il raddrizzatore totalcontrollato c.a./c.c. convertirà la tensione alternata di rete ottenendo, in uscita, una tensione continua, che verrà regolata al valore ottimale di alimentazione della batteria di accumulatori, in base alla temperatura di esercizio; ad esempio, 2,27 V/elemento a 25°C per batteria al piombo ermetica.

Nel contempo, la tensione continua verrà applicata all'inverter c.c./c.a., realizzato con circuito elettronico a IGBT, in grado di riconvertire la tensione continua in tensione alternata stabilizzata e priva di perturbazioni.

#### **3.2 Funzionamento da batteria (assenza rete)**

Il funzionamento da batteria si verifica quando la tensione di alimentazione della rete viene a mancare, o esce dai limiti delle tolleranze ammissibili all'ingresso del raddrizzatore.

L'UPS sorveglierà lo stato della batteria, segnalandone eventuali anomalie; in caso di assenza rete, sarà la batteria di accumulatori che provvederà ad erogare energia verso l'inverter c.c./c.a.

Durante il passaggio da rete primaria (raddrizzatore) a batteria, non ci dovranno essere commutazioni meccaniche e la forma d'onda dell'energia verso il carico non dovrà subire interruzioni e distorsioni.

L'UPS dovrà fornire, in ogni momento, l'autonomia reale della batteria, aggiornando costantemente l'informazione in base alle condizioni ambientali, allo stato della batteria ed al carico applicato.

In caso di mancanza di alimentazione prolungata, l'UPS dovrà assicurare il tempo necessario alla chiusura dei programmi, segnalando il raggiungimento del preallarme fine autonomia, soglia limite per la corretta esecuzione delle procedure di chiusura; tale valore dovrà essere personalizzabile, in base alle singole esigenze.

#### **3.3 Ricarica della batteria (rientro rete)**

Al rientro nelle tolleranze ammesse, la rete primaria, attraverso il raddrizzatore, fornirà nuovamente energia all'inverter e, contemporaneamente, provvederà alla ricarica delle batterie; il passaggio da batteria ad alimentazione da rete primaria (raddrizzatore) avverrà senza interruzioni e perturbazioni sull'utenza.

#### **3.4 Funzionamento da rete di soccorso**

Nel caso di sovraccarichi eccedenti la capacità del sistema (cortocircuiti, spunti di corrente, ecc.), o spegnimenti dell'inverter (volontari o automatici, a seguito di guasti interni), il commutatore statico trasferirà i carichi sulla rete di soccorso senza



interruzione; per permettere questo passaggio, l'inverter si dovrà trovare costantemente sincronizzato con la rete di soccorso.

### **3.5 Funzionamento da by - pass manuale**

Il sistema includerà tre interruttori sottocarico, costituenti il complesso di by - pass manuale; questo sistema consentirà, in caso di manutenzione o di riparazione, di isolare dai carichi la catena del raddrizzatore, batterie inverter e commutatore statico, continuando ad alimentare le utenze tramite la rete di soccorso.

Le operazioni da effettuare per isolare o inserire l'UPS dalla linea dovranno essere dettagliatamente descritte nelle immediate vicinanze degli interruttori preposti a tale scopo; sul display della macchina si dovrà avere conferma della correttezza delle operazioni effettuate.

Le commutazioni effettuate con il bypass manuale, qualsiasi sia il passaggio, avverranno senza interruzioni sull'utenza.

Sulla macchina sarà, inoltre, presente un organo di sezionamento per isolare l'ingresso del raddrizzatore dalla sorgente di energia primaria.

## 4. RADDRIZZATORE                      ESAFASE                      TOTAL CONTROLLATO

La tecnologia del raddrizzatore dovrà essere a Ponte di Graetz esafase, interamente controllato e protetto da fusibili ultra rapidi; un'induttanza trifase limiterà la reiezione armonica in corrente sulla rete e parteciperà al filtraggio della tensione alternata, insieme al filtro capacitivo.

### 4.1 *Fattore di potenza e distorsione in corrente*

Il raddrizzatore dovrà necessariamente presentare in ingresso un filtro attivo THM, per consentire un fattore di potenza 0,98 ed una distorsione in corrente  $< 4\%$  a tutti i livelli di carico applicato, per una sorgente di ingresso al valore nominale e con l'inverter erogante una qualsiasi percentuale di carico rispetto a quello nominale.

Quanto sopra descritto è considerato vincolante per la fornitura, in quanto garantirà il corretto funzionamento del gruppo statico di continuità ed un idoneo assorbimento dalla rete di alimentazione, con un risparmio energetico.

Un'altra induttanza (presente sul ramo batteria) permetterà di ottenere una corrente di ricarica della batteria, con una presenza massima di corrente alternata limitata al valore di  $< 0,05 C_{10}$  in regime permanente.

La regolazione del raddrizzatore sarà assicurata da un'elettronica numerica a microprocessore, che permetterà di ottimizzare il numero delle schede e di eliminare i potenziometri di regolazione.

### 4.2 *Alimentazione*

L'alimentazione sarà 400 V, 50 Hz, trifase senza neutro.

Il raddrizzatore dovrà avere la possibilità di essere parametrato, tramite Personal Computer portatile in dotazione al personale dell'Assistenza Tecnica, a valori di 380, 400 o 415 V con tolleranza del  $\pm 15\%$ .

Il raddrizzatore si dovrà arrestare con tensione al di sotto della soglia di tolleranza, o in caso di interruzione, anche se di breve durata, di una delle tre fasi di alimentazione della rete 1; la riaccensione sarà automatica al ripristino della situazione di normalità.

### 4.3 *Frequenza*

La frequenza d'alimentazione sarà indifferentemente di 50 o 60 Hz, con variazioni del  $\pm 10\%$ .

Il raddrizzatore si dovrà arrestare automaticamente quando il valore della frequenza di alimentazione esce dai valori sopra riportati.

### 4.4 *Potenza di corto circuito*

La potenza di corto circuito del raddrizzatore dovrà essere di 100 kA.

#### **4.5 Funzionamento**

Il raddrizzatore dovrà avviarsi automaticamente, alla chiusura del sezionatore d'ingresso, con una rampa di corrente della durata di 10 s.

Una limitazione della corrente totale del raddrizzatore e della corrente di ricarica della batteria sarà permanentemente attivata (la soglia di limitazione sarà parametrabile tramite Personal Computer in dotazione all'Assistenza Tecnica).

In caso di guasto della ventilazione della sala batteria, se prevista, dovrà essere possibile, tramite un contatto esterno, arrestare il ciclo di carica senza dover arrestare il funzionamento del raddrizzatore.

Il ciclo di carica potrà essere attivato in qualsiasi momento con un comando a pulsante.

#### **4.6 Rendimento del raddrizzatore**

- Il rendimento del raddrizzatore non dovrà essere inferiore a 0,95.

#### **4.7 Ondulazione residua della componente continua**

Per carichi equilibrati, l'ondulazione residua della componente continua dovrà essere contenuta entro 1% del valore della tensione continua.

#### **4.8 Reiezione armonica in corrente sulla rete 1**

Il valore totale della reiezione armonica in corrente (a potenza nominale) non dovrà superare:

- a tutti i livelli di carico: reiezione armonica 4%.

Il valore di corrente efficace assorbita da rete 1, considerando il valore della corrente armonica, con potenza nominale, tensione d'ingresso 400 V e fattore di potenza di 0,98, sarà:

- a potenza nominale:  $1,054 \times I_{\text{eff}}$ .

#### **4.9 Tensione continua per la batteria**

Il raddrizzatore dovrà essere progettato in modo tale da consentire quattro modi di funzionamento distinti.

##### **4.9.1 Funzionamento in floating**

Nel funzionamento in floating, il raddrizzatore fornirà il valore di tensione specificato dal costruttore, per compensare la normale autoscarica della batteria.

##### **4.9.2 Funzionamento in carica automatica**

Nel caso la sorgente di energia primaria si trovasse fuori dalle tolleranze per un tempo superiore ai 30 secondi, al rientro della stessa il raddrizzatore inizierà automaticamente un ciclo di carica.

Per velocizzare la ricarica, senza diminuire le prestazioni della batteria, questo ciclo includerà due fasi: la prima a corrente costante e la seconda a tensione costante.

La taratura dei valori di corrente e tensione di cui sopra dovrà essere quella specificata dal costruttore della batteria.

#### **4.9.3 Funzionamento in carica manuale**

Il raddrizzatore dovrà permettere, in qualsiasi momento, la possibilità di lanciare un ciclo di carica di 24 ore, su richiesta manuale.

Al termine delle 24 ore, il raddrizzatore dovrà riportarsi automaticamente al valore di floating.

#### **4.9.4 Funzionamento in carica di formazione o di equalizzazione**

Per la carica iniziale di batterie "a secco", o per l'equalizzazione di batterie già installate, l'UPS potrà fornire la tensione richiesta dal costruttore delle batterie.

Questa operazione potrà essere effettuata solamente ad inverter spento.

#### **4.10 Tolleranza della tensione continua**

La tensione continua dovrà essere in tolleranza per:

➤  $V_{batt} \text{ minima (personalizzabile)} < V_{\text{continua}} < V_{batt} \text{ massima (personalizzabile)}$ .

La tensione di mantenimento della batteria dovrà essere compresa tra 423 e 463 Vcc.

#### **4.11 Tensione continua di fine autonomia**

All'arresto del raddrizzatore, la batteria continuerà ad alimentare l'inverter con una tensione decrescente, fino al valore di tensione minima di fine scarica; al di sotto di questo valore, l'inverter non potrà più fornire una tensione regolata al carico e si dovrà arrestare, trasferendo l'alimentazione sotto rete 2 di soccorso (se rete 2 è in tolleranza).

Il valore della tensione minima di fine scarica dovrà essere parametrabile tramite Personal Computer portatile in dotazione all'Assistenza Tecnica, ma non potrà essere inferiore a 335 Vcc; il numero di batterie dovrà essere determinato in funzione di questo valore e per una tensione per elemento che non dovrà essere inferiore a 1,65 Vcc.

Nel dimensionamento delle batterie, si dovrà tenere in conto la caduta di tensione sul cavo portante; a titolo indicativo, si assumerà una caduta di tensione di 5 Vcc e, quindi, occorrerà considerare la tensione di fine autonomia sulle batterie pari a 340 Vcc.

Sulle porte di comunicazione dovrà essere disponibile un preallarme di fine autonomia, che avviserà l'utente, consentendogli la chiusura dei programmi.

#### **4.12 Parametri modificabili della batteria**

Dovrà essere possibile modificare, tramite PC portatile e software applicativo, i seguenti parametri riguardanti la batteria:

- corrente di ricarica della batteria;
- tensione di mantenimento della batteria, in funzione del numero delle batterie e della temperatura del locale d'installazione;
- tensione di carica (uguale alla tensione di mantenimento per batterie al piombo ermetiche);
- tensione di equalizzazione (uguale alla tensione di mantenimento per batterie al piombo ermetiche);
- tensione di preallarme di fine autonomia;
- tempo di ricarica della batteria in ore (solo per batterie di tipo stazionarie a vaso aperto);
- tempo di assenza della rete primaria di alimentazione in ingresso prima di iniziare un ciclo di ricarica della batteria (solo per batterie di tipo stazionarie a vaso aperto).

#### **4.13 Regolazione della tensione continua in funzione della temperatura delle batterie**

Dovrà essere installata nell'armadio di contenimento, oppure nel locale batterie, una sonda termica in grado di inviare le informazioni al raddrizzatore per la regolazione della tensione continua di mantenimento della batteria in funzione della temperatura.

L'informazione della temperatura dovrà essere trasmessa all'UPS attraverso una linea ad anello di corrente.

#### **4.14 Temperatura del locale batteria fuori tolleranza**

Dovrà essere riportata all'UPS una segnalazione quando la temperatura del locale, o dell'armadio batterie, esce dalle tolleranze (temperatura minima e temperatura massima), valori parametrabili tramite Personal Computer portatile in dotazione all'Assistenza Tecnica.

#### **4.15 Protezione contro le scariche profonde**

Al fine di evitare scariche profonde, la tensione minima di batteria dovrà essere variabile in funzione della corrente di scarica; in ogni caso, tale valore non dovrà essere inferiore a 1,65 Volt/elemento per scariche con durata massima di 60 minuti.

Dovrà, inoltre, essere previsto uno sgancio automatico dell'interruttore di batteria, se il periodo di assenza di rete 1 dovesse continuare per altre 2 ore dopo lo spegnimento del lato inverter; anche questo provvedimento farà parte della personalizzazione dell'UPS, modificabile e configurabile in qualsiasi momento.

#### **4.16 Protezione contro le sovratensioni ed i sovraccarichi**

Il sistema di carica della batteria dovrà essere corredato dei dispositivi di regolazione e sorveglianza come sotto riportato:

- regolazione della tensione per il circuito di misura della tensione batteria;
- limitazione della corrente di ricarica per il circuito di misura della corrente di batteria;
- circuito di sorveglianza della tensione di batteria (indipendente dalla regolazione);
- circuito di sorveglianza della corrente di ricarica (indipendente dalla regolazione).

Il raddrizzatore carica batterie si dovrà arrestare se:

- $I_{Batt} > I_{Batt}$  massima per un tempo  $> 15$  secondi;
- $V_{Batt} > V_{Batt}$  massima per un tempo  $> 15$  secondi.

Nel caso la tensione di batteria dovesse aumentare per un difetto del Commutatore Statico, con tensione di rete  $2 >$  tensione uscita inverter, l'inverter si dovrà arrestare automaticamente per evitare che vi sia un ricircolo di corrente.

Questo arresto dovrà avvenire se:

- $V_{Batt} > V$  continua massima per un tempo  $> 1$  secondo.

#### **4.17 Test della batteria**

La batteria dovrà essere costantemente monitorata; in particolare, si richiede che la batteria venga sottoposta ad una serie di autotest, come di seguito riportati.

##### **4.17.1 Controllo presenza batteria**

Un particolare circuito di sicurezza verificherà ogni 12 ore la continuità del circuito di batteria, per ovviare a interruzioni dovute ad apertura dell'interruttore di protezione per guasto, errata manovra, o dimenticanza.

L'eventuale interruzione del ramo batteria dovrà essere prontamente segnalata, in modo visivo ed acustico, al personale della manutenzione, nonché riportata al telecontrollo.

##### **4.17.2 Allarme perdita di capacità**

In funzione delle caratteristiche della batteria installata, dell'utilizzo dinamico (numero di scariche) e dell'ambiente d'installazione (temperatura), dovrà essere controllato il degrado della capacità nel tempo; una perdita di capacità superiore al 50% della capacità nominale dovrà essere prontamente segnalata, in modo visivo bordo macchina, nonché riportata al telecontrollo.

##### **4.17.3 Controllo autoscarica**

Un test automatico, temporizzato come da personalizzazione, dovrà ripetersi nel tempo per verificare il livello di autoscarica della batteria; in particolare, il test eseguirà un controllo sulla dinamica della tensione ai capi della batteria.

Uno scostamento della tensione di autoscarica da un modello matematico, impostato nella logica interna, attiverà una segnalazione di anomalia.

#### 4.17.4 Controllo curva di scarica

Un test automatico, temporizzato come da personalizzazione ed attivo solo se il test di controllo autoscarica ha dato esito negativo, dovrà ripetersi nel tempo per verificare le caratteristiche dei parametri della batteria in scarica.

Il test dovrà prevedere lo spegnimento completo del raddrizzatore (simulazione di mancanza rete), per permettere una scarica della batteria del 25%; se dal test dovesse risultare una tensione del singolo elemento di batteria al di sotto di una soglia, ricalcolata periodicamente in funzione del carico, dovrà essere attivata tempestivamente, in modo visivo, una situazione di anomalia della batteria.

#### 4.17.5 Sicurezza nelle condizioni di test

Tutti i test della batteria si devono effettuare garantendo la massima sicurezza nella continuità di alimentazione al carico; in particolare, prima di ogni test, la logica interna dovrà verificare la presenza della rete di soccorso, per consentire una commutazione immediata del carico, nel caso di anomalia della batteria sotto la rete elettrica non privilegiata.

#### 4.18 Autometro

Dovrà essere possibile visualizzare in qualsiasi momento l'autonomia di batteria disponibile; il suo principio sarà basato sulla sorveglianza della resistenza interna della batteria e, da questa, verrà elaborato un modello matematico costruito considerando:

1. tipo di elemento di batteria;
2. coefficiente d'invecchiamento della batteria;
3. temperatura del locale batteria;
4. potenza fornita dalla batteria;
5. stato reale del carico;
6. tensione di mantenimento;
7. tensione di fine scarica.

Una logica interna dovrà in permanenza ricostruire una curva teorica di scarica e calcolare il tempo di autonomia restante.

#### 4.19 Ciclo di ricarica

Alla mancanza della tensione di rete 1, per un periodo  $t > t$  parametrato, dovrà partire automaticamente un ciclo di ricarica (solo per batterie al piombo stazionarie a vaso aperto).

Dovrà essere possibile attivare anche manualmente un ciclo di ricarica.

Il raddrizzatore ripartirà per un ciclo completo se, prima dello scadere del tempo di ricarica:

- avviene una mancanza della tensione di rete 1 per un tempo  $t > t$  parametrato;

- viene forzato un ordine manuale.

Per le batterie al piombo ermetiche dovrà essere prevista una ricarica della batteria in due fasi:

- carica a corrente costante  $I_{batt} = 0,1 C10$  (personalizzabile) e tensione crescente, fino a raggiungimento della tensione di mantenimento;
- carica a tensione costante (personalizzabile).

Tutte le personalizzazioni dovranno essere impostate tramite Personal Computer portatile in dotazione all'Assistenza Tecnica.

#### **4.20 Condizioni per funzionamento carica batterie**

Il carica batterie dovrà entrare in funzione solo se vengono rispettate le seguenti condizioni:

1. chiusura interruttore ingresso rete 1;
2. tensione rete 1 in tolleranza;
3. frequenza rete 1 in tolleranza;
4. assenza di difetto tensione batteria massima;
5. assenza di difetto corrente batteria massima;
6. assenza fusione fusibili ingresso raddrizzatore;
7. assenza difetto ventilazione del locale batterie;
8. assenza difetto vigitherm carica batterie;
9. assenza arresto d'urgenza;
10. assenza difetto alimentazione dell'elettronica;
11. autotest numerico;
12. assenza del contatto d'arresto carica batteria per contatto ausiliario;
13. assenza difetto memorizzato (controllo tensione batteria, controllo tensione continua, corrente continua massima, difetto vigitherm carica batterie, difetto ventilazione sala batteria, difetto di terra).

#### **4.21 Condizioni per arresto carica batterie**

Il carica batteria dovrà essere arrestato se si verificano le seguenti condizioni:

1. interruttore d'ingresso rete 1 aperto;
2. tensione di rete 1 fuori tolleranza;
3. frequenza di rete 1 fuori tolleranza;
4. tensione di batteria massima;
5. corrente di batteria massima;



6. difetto ventilazione sala batteria (con temporizzazione di 30 secondi);
7. arresto d'urgenza;
8. difetto alimentazione scheda elettronica;
9. autotest numerico non OK;
10. arresto carica batteria per contatto esterno;
11. presenza di un difetto memorizzato;
12. difetto vigitherm.

## 5. INVERTER

### 5.1 Funzionamento

L'inverter dovrà essere costituito da IGBT e utilizzare la tecnologia PWM a frequenza libera.

L'accensione dell'inverter avverrà manualmente, attraverso un tasto di "ON" di colore verde, facilmente riconoscibile e posto bordo UPS, quando si saranno verificate le condizioni di raddrizzatore in funzione ed interruttore ramo batteria chiuso.

Nel caso di raddrizzatore funzionante e ramo batteria aperto, sarà impossibile avviare l'inverter, tranne che dopo aver resettato manualmente l'allarme informativo e dopo aver personalizzato l'UPS come convertitore di frequenza.

Dovrà essere possibile installare una scheda opzionale per l'acquisizione di informazioni e comandi (tramite contatti privi di tensione) per l'accensione e lo spegnimento dell'inverter.

Dopo un arresto inverter per tensione minima di batteria, al ritorno della tensione di rete 1, si dovrà avere una ripartenza automatica dell'inverter, sempre che non siano passate oltre 2 ore e che per proteggere la batteria non si sia aperto il ramo della continua.

### 5.2 Tensione e frequenza d'uscita

La tensione d'uscita sarà 400 V alternata trifase + neutro, personalizzabile a valori di 380 o 415 V; la frequenza d'uscita sarà di 50 Hz, personalizzabile al valore di 60 Hz.

Dovrà essere possibile ottimizzare il valore della tensione d'uscita con una regolazione fine, con variazioni del  $\pm 3\%$ .

Tutte le personalizzazioni dovranno essere impostate tramite Personal Computer portatile in dotazione all'Assistenza Tecnica.

### 5.3 Sovraccarico termico

L'inverter dovrà essere in grado di alimentare un sovraccarico, senza dover passare sotto la rete di soccorso, per un periodo di:

- 2 ore da 1,05 a 1,1  $I_n$ ;
- 30 minuti da 1,1 a 1,15  $I_n$ ;
- 10 minuti da 1,15 a 1,25  $I_n$ ;
- 3 minuti da 1,25 a 1,35  $I_n$ ;
- 1 minuto da 1,35 a 1,5  $I_n$ .

Trascorso il periodo sopra riportato, l'inverter dovrà arrestarsi ed il carico dovrà essere trasferito istantaneamente sotto la rete di soccorso.

#### **5.4 Precisione statica**

La precisione statica della tensione d'uscita inverter dovrà essere del  $\pm 1\%$  (tensione semplice e composta) del valore efficace, per ogni valore del carico tra lo 0 e il 100%, indipendentemente da variazioni della tensione continua erogata dal raddrizzatore o dalla sorgente primaria.

#### **5.5 Campo di sincronizzazione**

Il campo di sincronizzazione della frequenza d'uscita, con la frequenza della rete di soccorso rete 2, dovrà essere personalizzabile tramite Personal Computer portatile per valori compresi tra 0,25 e 2 Hz; in versione standard dovrà essere personalizzato a 0,5 Hz.

#### **5.6 Precisione dinamica**

La precisione dinamica della tensione d'uscita per una variazione di carico da 0 a 100% e viceversa, da 100 a 0%, non dovrà superare il valore nominale  $\pm 5\%$ , con ritorno nei valori statici del  $\pm 1\%$  in valore efficace entro 20 ms.

La precisione statica del valore di cresta non dovrà superare il  $\pm 3\%$ .

#### **5.7 Regime squilibrato**

L'inverter deve essere in grado di funzionare con il 100% del carico squilibrato.

##### **5.7.1 Tasso di distorsione armonica tra fase e neutro su carico lineare**

Il tasso di distorsione della tensione d'uscita tra fase e neutro, con carico lineare e  $\cos\phi$  0,8 dovrà essere 2,8%.

##### **5.7.2 Tasso di distorsione armonica tra fase e fase su carico lineare**

Il tasso di distorsione armonica della tensione d'uscita tra fase e fase, con carico lineare e  $\cos\phi$  0,8 dovrà essere  $< 2\%$ .

##### **5.7.3 Tasso di distorsione armonica tra fase e neutro su carico distorcente**

Il tasso di distorsione armonica della tensione d'uscita tra fase e neutro, con carico di tipo RCD, con corrente distorcente al 60%, dovrà essere 4,2%.

##### **5.7.4 Tasso di distorsione armonica tra fase e fase su carico distorcente**

Il tasso di distorsione armonica della tensione d'uscita tra fase e neutro, con carico di tipo RCD, con corrente distorcente al 60 %, dovrà essere  $< 2\%$

#### **5.8 Stabilità in frequenza**

La stabilità della frequenza d'uscita, con inverter desincronizzato dalla frequenza della rete di soccorso, dovrà avere una precisione di 1/2500.

Con inverter sincronizzato con la rete di soccorso, lo scarto di fase tra inverter e rete di soccorso dovrà essere inferiore a 3 gradi; la velocità di variazione della frequenza dell'inverter dovrà essere personalizzabile, tramite Personal Computer portatile, tra i valori di 0,5 / 1 / 1,5 / 2 Hz/s.

Sarà, inoltre, possibile inibire il funzionamento in sincronizzazione con la rete di soccorso, per mezzo dell'azione di un contatto esterno.

### **5.9 Sovraccarico**

Nel caso si dovesse verificare un sovraccarico di valore  $> 1,65 I_n$ , si dovrà avere una commutazione istantanea sulla rete di soccorso, se la rete di soccorso è presente ed all'interno della tolleranza.

Il ritorno dell'alimentazione da inverter si dovrà avere dopo una temporizzazione di 10 s e solamente se il carico è ritornato inferiore o uguale al valore nominale.

La logica dell'inverter dovrà prevedere un contatore per memorizzare il numero di passaggi sotto la rete di soccorso.

Il numero massimo di passaggi sotto la rete di soccorso potrà essere personalizzabile tramite Personal Computer portatile; raggiunto il valore massimo, al successivo passaggio sotto la rete di soccorso, verrà bloccato il ritorno sotto inverter.

In caso di sovraccarico e rete di soccorso fuori dalle tolleranze, l'inverter dovrà poter fornire una corrente del valore di  $2,33 I_n$  di cresta per massimo 1 secondo.

Se la causa del sovraccarico scompare entro un secondo, l'inverter dovrà tornare in funzionamento normale; diversamente, l'inverter si dovrà arrestare e dovrà essere commutata l'alimentazione al carico sotto la rete di soccorso con un buco di tensione di 800 ms.

### **5.10 Protezione inverter**

Oltre al controllo del sovraccarico, dovrà essere previsto un controllo di desaturazione degli IGBT; in caso di rilevazione dell'anomalia, l'inverter si dovrà arrestare e dovrà apparire un messaggio di allarme tramite LED d'interfaccia.

Per i sistemi con più UPS in parallelo, dovranno essere previsti dei fusibili di protezione, inseriti sui rami degli inverter; in caso di guasto di un IGBT, si dovrà aprire il fusibile e si dovrà arrestare solo l'inverter in difetto, senza pregiudicare il sistema.

### **5.11 Conduttore di neutro**

Il conduttore di neutro dovrà essere dimensionato per una corrente pari a 1,5 volte la corrente nominale.

### **5.12 Carico nominale**

L'UPS dovrà essere in grado di alimentare un carico squilibrato del 100%, senza nessun degrado delle caratteristiche funzionali.

### **5.13 Condizioni di avvio inverter**

Dovrà essere possibile avviare l'inverter solo se sono verificate le seguenti condizioni:

1. autorizzazione di funzionamento raddrizzatore;
2. tensione continua in tolleranza;
3. assenza difetto organo di disaccoppiamento;
4. assenza difetto di fusione fusibili d'uscita inverter;
5. assenza difetto di alimentazione delle schede elettroniche;
6. assenza difetto di fusione fusibili dell'inverter;
7. assenza difetto desaturazione dei transistor dell'inverter;
8. assenza difetto dell'orologio interno;
9. assenza difetto vigitherm ramo inverter;
10. assenza difetto vigitherm trasformatore;
11. autotest numerico OK;
12. assenza di comando d'arresto d'emergenza per contatto ausiliario libero;
13. assenza di un difetto memorizzato;
14. interdizione di avvio, se la scheda elettronica non è inizializzata.

### **5.14 Condizione di arresto inverter**

L'inverter dovrà essere arrestato se si verificano le seguenti condizioni:

1. tensione continua fuori dalle tolleranze;
2. difetto organo di accoppiamento;
3. fusione fusibili uscita;
4. difetto alimentazione delle schede elettroniche;
5. fusione fusibili ramo inverter;
6. difetto desaturazione dei transistor inverter;
7. difetto dell'orologio interno;
8. difetti vigitherm ramo inverter;
9. difetto vigitherm trasformatore;
10. comando di arresto inverter per contatto ausiliario libero;
11. tensione inverter fuori tolleranza;
12. sovraccarico termico dell'inverter;
13. correzione frequenza / corrente di scambio reattiva;
14. limitazione della corrente inverter;



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

15. ordine di arresto manuale;
16. ordine di arresto manuale forzato.

## 6. RETE DI SOCCORSO (RETE 2)

### 6.1 Alimentazione trifase con neutro

L'alimentazione sarà 400 V 50 Hz trifase con neutro, con possibilità di parametrizzazione a valori di 380 o 415 V, con tolleranza del  $\pm 10\%$ .

Il funzionamento sulla rete di soccorso dovrà essere segnalato con un LED bordo macchina e sarà, altresì, disponibile sulle porte di interfaccia.

### 6.2 Campo di sincronizzazione della rete di soccorso / condizioni di trasferimento

La rete 2 dovrà essere in tolleranza per permettere l'acquisizione del carico, quando:

- la tensione si trova nel campo del  $\pm 10\%$  della nominale;
- la frequenza di rete si trova sincronizzata con la frequenza dell'inverter;
- lo scarto di fase tra la tensione inverter e la rete 2 è inferiore a 3 gradi.

Se la rete 2 non si dovesse trovare nelle tolleranze, la commutazione sulla rete 2 dovrà avvenire dopo un'interruzione di 800 ms.

Quando nelle condizioni sopra riportate dovesse essere richiesto un passaggio forzato sulla rete di soccorso, questo potrà essere effettuato solo tramite una "chiave" di accesso e protezione.

Quando la rete 2 è assente o non è presente una o più fasi, il passaggio sotto rete 2 dovrà essere totalmente inibito.

### 6.3 Capacità di sovraccarico del commutatore statico

In caso di sovraccarico termico ( $< 1,35 I_n$ ), dovrà essere garantito il medesimo sovraccarico dell'inverter; con sovraccarico  $> 1,35 I_n$ , il commutatore statico dovrà essere dimensionato per permettere l'eliminazione del corto circuito per una corrente massima, a potenza nominale, di  $13 I_n$  di cresta per 20 ms.

Se il sovraccarico dovesse scomparire durante il funzionamento sotto rete di soccorso, il passaggio sulla linea inverter dovrà avvenire automaticamente dopo una temporizzazione di 10 s.

Se il sovraccarico dovesse persistere, il CS si dovrà arrestare ed il riavvio dell'inverter dovrà avvenire manualmente, dopo l'eliminazione dell'allarme memorizzato.

Il passaggio su rete di soccorso deve avvenire per un numero massimo impostabile (da 0 a 255).

### 6.4 Protezione del Commutatore Statico

Un circuito a stella RC dovrà proteggere il commutatore statico contro le sovratensioni di manovra e gli choc da fulmine.

Dei fusibili, posizionati sull'uscita dell'inverter, dovranno assicurare la selettività in caso di anomalia sui filtri d'uscita.

### **6.5 *By-pass di manutenzione***

L'armadio inverter dovrà comprendere un by-pass di manutenzione che permetta di collegare direttamente il carico alla rete 2, senza interruzione.

Questa funzione dovrà essere realizzata tramite tre sezionatori, da manovrare con una sequenza logica descritta, passo per passo, da una nota informativa da applicarsi sul lato interno della portella dell'armadio.

### **6.6 *Rete di soccorso senza il neutro***

L'UPS dovrà funzionare anche nel caso la rete di soccorso non dovesse avere il neutro distribuito.

### **6.7 *Condizioni di sincronizzazione***

L'inverter si dovrà trovare sincronizzato con la rete di soccorso con un errore massimo di  $\pm 3^\circ$ , quando la velocità di variazione della rete 2 sarà inferiore a 0,05 Hz/s e la frequenza in tolleranza.

Quando la velocità di variazione della frequenza della rete di soccorso dovesse essere superiore a questo valore, l'inverter si desincronizzerà con uno scarto di fase superiore a  $3^\circ$ ; il passaggio sulla rete di soccorso dovrà avvenire con un'interruzione di 800 ms.

Dovrà, inoltre, essere possibile modificare, tramite Personal Computer portatile, il valore massimo di variazione della velocità della frequenza della rete di soccorso ai valori di 0,5 – 1 - 1,5 - 2 Hz/s.

## 7. LA BATTERIA

### 7.1 *Protezione della batteria*

L'armadio di contenimento della batteria dovrà avere un interruttore di protezione lato ingresso.

Nel caso fossero richieste batterie posizionabili su scaffale, dovrà essere installato un interruttore di protezione il più vicino possibile alla batteria.

L'UPS dovrà essere predisposto per ricevere un'informazione in ingresso di "difetto ventilazione della sala batteria"; questa informazione dovrà arrestare il carica batteria.

L'interruttore di protezione della batteria dovrà essere corredato di una bobina di sgancio, che permette l'apertura, nel caso di arresto di urgenza; l'alimentazione della bobina di sgancio (isolata 24 V / 600 mA) dovrà essere prelevabile direttamente dall'UPS e dovrà essere in grado di alimentare 2 bobine di sgancio, per due interruttori di batteria.

### 7.2 *Tipo*

La batteria utilizzata dovrà essere del tipo al:

- piombo stazionaria, regolata con valvola (ermetiche).

### 7.3 *Tensione*

La tensione di mantenimento della batteria dovrà essere compresa tra 423 e 463 Vcc a 25° C, con tensione per elemento di 2,25 Vcc a 25°C (per batterie al Pb ermetiche).

### 7.4 *Autonomia*

La batteria utilizzata dovrà garantire un'autonomia di 15 minuti, con ciascun inverter funzionante alla potenza nominale; l'autonomia richiesta viene elevata a 30 minuti qualora nel sistema elettrico non fosse previsto il gruppo elettrogeno.

### 7.5 *Temperatura di funzionamento*

Dovrà essere possibile far funzionare la batteria in un ambiente con temperatura da 0 a 35 °C (40°C per massimo 8 ore), ottimizzando dinamicamente la tensione di mantenimento della batteria, in funzione della reale temperatura del locale.

### 7.6 *Dimensionamento della batteria*

La tensione minima di fine scarica della batteria dovrà essere limitata a 335 Vcc, con tensione minima per elemento non inferiore 1,65 Vcc.

## 8. CARATTERISTICHE GENERALI

### 8.1 *Rendimenti e perdite*

Il rendimento dell'UPS a catena completa (raddrizzatore, inverter), con inverter funzionante a potenza nominale (100%), dovrà essere come minimo:

- per un valore tra 40 e 80% della potenza: 94,2%.

Il rendimento dell'UPS a catena completa (raddrizzatore, inverter), con inverter funzionante al 75% della potenza nominale, dovrà essere come minimo:

- a potenza nominale: 94,6%.

Il rendimento dell'UPS a catena completa (raddrizzatore, inverter), con inverter funzionante al 50% della potenza nominale, dovrà essere come minimo:

- a potenza nominale: 95,1%.

Il rendimento dell'UPS a catena completa (raddrizzatore, inverter), con inverter funzionante al 25% della potenza nominale, dovrà essere come minimo:

- a potenza nominale: 93,6%.

### 8.2 *Carpenteria*

La struttura dell'UPS sarà progettata in modo rigido e robusto, in grado di resistere alle normali operazioni e allo svolgimento delle manovre di esercizio.

L'accesso ai sottoinsiemi costituenti l'UPS dovrà avvenire dal fronte e, al fine di ottimizzare l'MTTR, la concezione dovrà essere modulare; i pannelli anteriori dovranno essere asportabili.

La lamiera sarà del tipo elettro zincato, verniciatura epossidica, o equivalente, al fine di proteggere l'UPS da ogni fenomeno di corrosione.

Al fine di facilitare le operazioni di trasporto, l'armadio UPS sarà dotato di golfari di sollevamento.

Il colore sarà RAL 9002.

### 8.3 *Dimensioni*

Sarà ritenuta requisito importante una ridotta occupazione della superficie al suolo.

Per facilitare l'accesso in edifici e, in particolare, il passaggio tramite normali porte, gli armadi costituenti il sistema non dovranno superare:

- 1900 mm di altezza e 840 mm (riducibili a 800 mm, asportando i pannelli di rivestimento) di larghezza del lato minore e 1600 mm di larghezza del lato maggiore.

#### **8.4 Collegamento e attestamento dei cavi**

L'ingresso dei cavi di alimentazione e di uscita, così come per ogni altro collegamento di ausiliari, può avvenire dal basso.

La morsettiera di attestamento sarà costituita da sbarre in rame o alluminio, chiaramente identificate per un facile collegamento dei cavi; il collegamento dovrà potersi effettuare dal fronte dell'UPS.

L'UPS sarà equipaggiato di un idoneo morsetto per la messa a terra delle masse, in accordo con le normative vigenti.

#### **8.5 Ventilazione**

L'UPS sarà dotato di apposito impianto che ne assicuri la ventilazione forzata; per evitare ogni arresto dell'UPS dovuto ad un guasto nella ventilazione, quest'ultima dovrà essere ridondante.

Sarà possibile appoggiare la parte posteriore dell'UPS contro la parete senza perturbare la corretta ventilazione.

## 9. LA COMUNICAZIONE

### 9.1 Linea seriale

L'UPS dovrà prevedere una scheda di comunicazione per permettere la trasmissione, ad un Personal Computer, di un insieme di informazioni concernenti lo stato di funzionamento dell'UPS e il telecomando "ON-OFF"; il protocollo di trasmissione impiegato dovrà essere il J-BUS esadecimale o ASCII.

Il sistema avrà due vie di comunicazione simmetriche, ciascuna con connessione V24 semplificata (gestione RX, TX), una connessione V24 completa ed una connessione RS485.

La scheda di comunicazione dovrà svolgere le seguenti funzioni:

- acquisizione delle misure elettriche;
- acquisizione del bus di stato delle schede di controllo e di comando;
- calcolo delle grandezze fisiche e dell'autonomia della batteria;
- elaborazione degli allarmi;
- invio dei comandi alle schede di controllo e di comando;
- parametrizzazione e dialogo con il Personal Computer portatile dell'Assistenza Tecnica;
- scambio di dati tra le vie di comunicazione della scheda;
- invio dati alla telemanutenzione.

### 9.2 Relè

L'UPS dovrà essere equipaggiato di una scheda a relè per assicurare uno scambio d'informazioni tra l'apparecchiatura e l'ambiente; la scheda dovrà prevedere una serie di contatti di scambio, liberi da potenziale, con alimentazione 5 A 250 Vac, per il riporto a distanza dei principali stati di funzionamento di seguito elencati.

➤ Preallarme di fine autonomia di batterie

Il relais dovrà cambiare di stato, quando la tensione della batteria è inferiore alla soglia di preallarme (parametrabile tramite Personal Computer portatile).

➤ Funzionamento su batteria

Il relais dovrà cambiare di stato, in caso di scarica della batteria, a seguito di un arresto del carica batterie, od una limitazione forzata della potenza in ingresso; l'allarme dovrà essere temporizzato a 30 secondi.

➤ Posizione di manutenzione

Il relais dovrà cambiare di stato quando l'interruttore d'ingresso raddrizzatore è aperto ed il carico è commutato sulla linea di by-pass.

➤ Allarme generale

Il relè dovrà cambiare di stato nei seguenti casi:

- anomalia carica batterie;
- anomalia inverter;
- anomalia accoppiamento;
- anomalia temperatura del locale batterie;
- $I \text{ utenza} > 1,05 I \text{ nominale}$ ;
- $I \text{ utenza} > 1,1 I \text{ nominale inverter}$ ;
- anomalia ventilazione del Commutatore Statico Centralizzato (solo per parallelo);
- anomalia alimentazione del Commutatore Statico.

➤ Funzionamento su inverter

Il relais dovrà cambiare di stato quando il carico è alimentato dall'inverter; il cambiamento di stato inverso può segnalare il funzionamento su commutatore statico.

➤ Apertura interruttore di batteria

Tramite un'alimentazione ausiliaria a 24 V, si potrà usufruire del cambiamento di stato di un relè per comandare l'apertura di uno o più interruttori del ramo batterie, in caso di comando d'arresto d'emergenza o per salvaguardare la batteria da scariche profonde (fine autonomia nominale + 2 ore).

Dovrà, inoltre, avere la possibilità di acquisire le seguenti informazioni:

➤ Comando d'arresto d'emergenza

Questo comando esterno deve provocare un rapido arresto dell'inverter e del carica batterie, l'apertura dell'interruttore del ramo batterie ed il passaggio sotto la rete di soccorso.

➤ Anomalia ventilazione sala batterie

Questo comando esterno deve provocare l'arresto immediato del carica batterie.

➤ Risposta di chiusura interruttore

Questo comando esterno, proveniente dall'interruttore di batteria, deve interdire l'avvio dell'inverter, se l'interruttore non è stato preventivamente chiuso.

➤ Temperatura del locale batteria

Sarà possibile ricevere informazioni inerenti alla temperatura del locale batterie.

### 9.3 *Display*

#### 9.3.1 *Indicazioni*

Uno schema di massima, costituito da 5 LED rappresentanti i principali sotto insiemi dell'apparecchiatura (raddrizzatore, batterie, inverter, commutatore statico, utenza) fornirà in modo immediato ed univoco indicazioni sul loro stato di funzionamento.

Un display a menù scorrevole (4 righe, 40 caratteri/riga) permetterà di visualizzare eventuali messaggi di allarme, utilizzando la lingua selezionata dall'utente.

Dovrà, inoltre, essere possibile visualizzare un archivio storico contenente gli ultimi 400 eventi avvenuti (ad esempio, il numero di passaggi sotto rete di soccorso o su batteria, oppure gli allarmi che hanno determinato un fermo dell'inverter).

Sarà presente una suoneria, attivata in caso di anomalia, oppure per segnalare una mancanza rete ed il conseguente funzionamento da batteria.

#### 9.3.2 *Misure*

L'UPS dovrà essere in grado di fornire le misure di:

##### 9.3.2.1 Rete di Ingresso

- Tensione composta
- Correnti assorbite sulle linee
- Frequenza

##### 9.3.2.2 Rete di Soccorso

- Tensione semplice e composta
- Correnti assorbite sulle linee
- Frequenza

##### 9.3.2.3 Utenza

- Tensione composta
- Correnti assorbite sulle linee
- Frequenza
- Potenza attiva ed apparente assorbite dall'utenza
- Fattore di potenza
- Fattore di cresta
- Percentuale di carico



#### 9.3.2.4 Batteria

- Tensione continua
- Corrente di scarica e di ricarica
- Temperatura locale batteria
- Autonomia disponibile / residua
- Percentuale di carico dell'inverter

L'autonomia disponibile e quella residua saranno valori reali, calcolati in base all'età della batteria, alla percentuale di carico applicato ed alla temperatura di funzionamento.

## 10. ASSISTENZA TECNICA

Tutti i sottoinsiemi dell'UPS saranno accessibili dai lati.

La concezione dell'UPS dovrà essere tesa alla massima affidabilità; per questo motivo, l'MTBF del sistema (compresa la rete di soccorso) non dovrà essere inferiore a 180.000 ore (per sistema unitario).

Allo scopo di ridurre al minimo i tempi di fermo macchina a causa di un eventuale guasto, l'MTTR del sistema non dovrà essere superiore a 6 ore.

A tale scopo, il fornitore dovrà produrre una documentazione in grado di certificare una distribuzione dell'Assistenza Tecnica specializzata, in modo capillare su tutto il territorio italiano; i tecnici dell'Assistenza dovranno essere esclusivamente dipendenti dell'Azienda.

L'Assistenza Tecnica disporrà di un centro di telemanutenzione, in grado di ricevere dall'UPS, tramite una linea telefonica commutata, una segnalazione di anomalia, con relativo file di informazioni per operare, tramite PC, una completa diagnostica; dovrà essere strutturata per offrire un servizio di chiamata, da parte del tecnico specializzato, entro 30 minuti (in orario lavorativo) dalla registrazione di un'anomalia e per redigere ed inviare ogni quadrimestre un rapporto sulle condizioni di esercizio dell'impianto privilegiato.

In caso di guasto, la riparazione sarà possibile sostituendo direttamente il sotto insieme in anomalia con uno nuovo, privo di qualsiasi regolazione.

L'UPS sarà anche dotato di una porta di comunicazione tipo DB 9 (RS232) per l'interfaccia con l'assistenza tecnica tramite un PC portatile in grado di:

- configurare/riconfigurare l'apparecchiatura;
- visualizzare gli stati di funzionamento;
- visualizzare i parametri elettrici dei vari sotto insiemi;
- ricercare la causa di anomalie di funzionamento.

## 11. ISPEZIONI E COLLAUDI

### 11.1 Generalità

Durante la costruzione dell'UPS, il costruttore permetterà l'ingresso nelle sue officine al personale del committente incaricato di verificare che le costruzioni procedano a perfetta regola d'arte e nei tempi prestabiliti.

Tutte le prove di collaudo saranno eseguite in contraddittorio con i rappresentanti del committente e si dovranno svolgere presso le officine del costruttore.

Prima di eseguire il collaudo, il sistema sarà completato di tutte le parti, degli ausiliari e degli accessori previsti e verniciato secondo le modalità prescritte.

Il costruttore fornirà attrezzature, strumenti e cavi per collegamenti provvisori.

La data di tale completamento sarà notificata al committente con almeno 15 giorni di anticipo e la data di inizio del collaudo sarà concordata con l'ispettore del committente.

Il fornitore dovrà redigere e fornire, nel numero di copie richiesto, i certificati delle prove eseguite, contenenti tutte le indicazioni necessarie ed i risultati delle misure effettuate, nel caso che il committente rinunci a presenziare al collaudo.

L'accettazione preliminare del sistema di continuità dopo il collaudo presso le officine del fornitore, non solleva il fornitore dalle sue responsabilità, in quanto l'accettazione effettiva del sistema è subordinata al completamento ed all'esito delle prove di funzionamento sul posto.

Qualora il sistema di continuità presenti dei difetti di costruzione, oppure non risulti rispondente ai requisiti ed alle tolleranze specificate, il fornitore dovrà provvedere a tutte le modifiche necessarie, che saranno a suo carico, insieme alle spese di una eventuale rispedizione e della serie di prove da ripetersi dopo le modifiche effettuate.

### 11.2 Prove di accettazione

- Verifica a vista della rispondenza al presente capitolato ed alle prescrizioni dell'ordine
- Prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti principali ed ausiliari
- Controllo dei cablaggi
- Prova di funzionamento secondo le modalità descritte in questa specifica
- Verifica delle procedure di avviamento e spegnimento dell'inverter
- Misura della distorsione armonica in uscita
- Misura della distorsione armonica in ingresso
- Misura delle stabilizzazioni statiche e dinamiche nelle condizioni di funzionamento
- Registrazione dei transitori di commutazione rete-inverter e viceversa
- Prova di sovraccarico



- Misura del rendimento del sistema di continuità al 100%, 75%, 50% del carico

### **11.3 Oneri delle prove**

Le spese delle prove sono a carico del costruttore del sistema di continuità, con eccezione di quelle inerenti a viaggi e soggiorni degli incaricati del committente.

### **11.4 Ripetizione delle prove e relativi oneri**

Se una prova dovesse essere ripetuta, a seguito di modifiche imposte da deficienze imputabili al costruttore del sistema di continuità, qualunque sia la prova, tutti gli oneri saranno a carico del costruttore.

## 12. DOCUMENTAZIONE

Tutta la documentazione dovrà essere in lingua italiana.

I dati e la documentazione da fornire è la seguente:

- schemi elettrici funzionali di cablaggio (per collegamenti con circuiti esterni);
- disegno d'assieme. con dimensioni d'ingombro e pesi;
- lista materiali;
- manuale di installazione e manutenzione;
- certificati di collaudo.

## SPECIFICA TECNICA GENERALE PER

**F) IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA****Indice**

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>7</b>
3.1 PRESCRIZIONI GENERALI .....	7
3.2 GENERALITÀ .....	7
3.3 COLLEGAMENTI ELETTRICI .....	8
<b>4. PRESCRIZIONI PER APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.....</b>	<b>10</b>
4.1 PRESCRIZIONI GENERALI .....	10
4.2 COMPONENTI .....	11
4.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	11
4.3.1 <i>Corpo degli apparecchi di illuminazione</i> .....	11
4.3.2 <i>Riflettore</i> .....	11
4.3.3 <i>Supporto lampada</i> .....	11
4.3.4 <i>Schermo protezione</i> .....	12
4.3.5 <i>Staffa di sostegno</i> .....	12
4.3.6 <i>Particolari costruttivi</i> .....	12
4.4 MARCATURA.....	12
4.5 ISTRUZIONI D'USO E MANUTENZIONE .....	12
4.6 PIANO DI CAMPIONAMENTO .....	13
4.7 PRESCRIZIONI FOTOMETRICHE .....	13
4.7.1 <i>Apparecchi con ottica simmetrica a LED</i> .....	13
4.7.2 <i>Apparecchi con ottica a flusso contrario</i> .....	14
4.7.3 <i>Apparecchi con ottica simmetrica</i> .....	14
<b>5. LAMPADE.....</b>	<b>15</b>
5.1 GENERALITÀ .....	15
5.2 PROVE E COLLAUDI .....	15
<b>6. AUSILIARI ELETTRICI SAP .....</b>	<b>17</b>
6.1 GENERALITÀ .....	17

6.2	PIANO DI CAMPIONAMENTO .....	17
<b>7.</b>	<b>SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLA LUMINANZA IN GALLERIA</b>	<b>19</b>
7.1	GENERALITÀ .....	19
7.2	SONDA ESTERNA DI RILEVAMENTO DELLA LUMINANZA DEBILITANTE....	19
7.2.1	<i>Caratteristiche costruttive:</i> .....	19
7.2.2	<i>Caratteristiche funzionali:</i> .....	19
7.3	CENTRALINA DI CONTROLLO.....	20
7.3.1	<i>Caratteristiche costruttive:</i> .....	20
7.3.2	<i>Caratteristiche funzionali:</i> .....	20
7.4	VARIATORI DI TENSIONE .....	21
7.4.1	<i>Caratteristiche elettriche</i> .....	21
7.4.2	<i>Caratteristiche geometriche e meccaniche</i> .....	22
<b>8.</b>	<b>SISTEMA DI ALIMENTAZIONE GALLERIE.....</b>	<b>23</b>
8.1	GENERALITÀ .....	23
8.2	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE .....	23
8.3	PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO .....	25
8.3.1	<i>Funzionamento automatico</i> .....	26
8.3.2	<i>Funzionamento semiautomatico</i> .....	27
8.3.3	<i>Funzionamento manuale</i> .....	28
8.3.4	<i>Funzionamento in bypass manuale</i> .....	28
8.4	PROCEDURE PRINCIPALI .....	28
8.4.1	<i>Auto-diagnostica</i> .....	29
8.4.2	<i>Partenza del sistema</i> .....	29
8.4.3	<i>Condizioni di errore</i> .....	29
8.5	PROCEDURE DI MISURA .....	30
8.5.1	<i>Misure di tensione e corrente</i> .....	30
8.5.2	<i>Misura di luminanza interna</i> .....	30
8.5.3	<i>Misura di luminanza esterna</i> .....	30
8.6	PROCEDURE DI REGOLAZIONE.....	31
8.6.1	<i>Regolazione diurna senza degrado o sistema ACI</i> .....	31
8.6.2	<i>Regolazione diurna con degrado o sistema non ACI</i> .....	31
8.6.3	<i>Regolazione di equalizzazione</i> .....	32
8.6.4	<i>Regolazione oraria</i> .....	32
8.7	DISTRIBUZIONE.....	32
8.8	PROTOCOLLO DI TRASMISSIONE .....	32
8.9	PANNELLO FRONTALE .....	33
8.9.1	<i>Misure</i> .....	33
8.9.2	<i>Modalità di regolazione</i> .....	34
8.9.3	<i>Allarmi</i> .....	34



8.9.4	<i>Stato attuale del sistema</i> .....	34
8.9.5	<i>Temporizzazioni</i> .....	34
8.10	SISTEMA DI TELEGESTIONE .....	35
8.10.1	<i>Stati di funzionamento</i> .....	35
8.10.2	<i>Allarmi</i> .....	35
8.10.3	<i>Comandi</i> .....	36
8.10.4	<i>Allarmi e letture relative all'impianto di condizionamento</i> .....	37
8.11	PICCHETTI LUMINOSI.....	38
8.11.1	<i>Caratteristiche tecniche dei picchetti luminosi</i> .....	38
8.11.2	<i>Alimentazione e controllo picchetti luminosi</i> .....	39
<b>9.</b>	<b>ULTERIORI LAVORI</b> .....	<b>41</b>



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali e le modalità generali di realizzazione degli impianti di illuminazione per la galleria autostradale di Verduno; questa si intende integrativa degli elaborati che compongono il progetto, che risultano comunque, in caso di difformità nei contenuti, quelli che l'Appaltatore deve seguire per la realizzazione degli impianti oggetto dell'appalto.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

L'impianto di illuminazione nel suo ed i suoi singoli componenti dovranno rispondere alle norme in vigore e, in particolare:

- ⇒ Norme UNI 11095:2011 "Illuminazione delle gallerie";
- ⇒ Norme CEI EN 60598-1 (34-21) "Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni Generali e Prove";
- ⇒ Norme CEI EN 60598-2-1 (34-23) "Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Apparecchi fissi per uso generale";
- ⇒ Norme CEI EN 60598-2-3 (34-33) "Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Sezione 3: Apparecchi per Illuminazione Stradale";
- ⇒ Norme CEI EN 60598-2-5 (34-30) "Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Sezione 2: Proiettori";
- ⇒ Norme CEI EN 60662 (34-24) "Lampade a vapori di sodio ad alta pressione";
- ⇒ Norme CEI EN 60923 (34-49) "Ausiliari per le lampade - Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) - Prescrizioni di prestazione";
- ⇒ Norme CEI EN 60927 (34-47) "Ausiliari per le lampade - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Prescrizioni di prestazione";
- ⇒ Norme CEI EN 61048 (34-63) "Ausiliari per lampade - Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica - Prescrizioni generali e di sicurezza";
- ⇒ Norme CEI EN 61049 (34-64) "Condensatori per uso in circuiti con lampade fluorescenti tubolari ed altre lampade a scarica - Prescrizioni di prestazione";
- ⇒ Norme CEI EN 61347-1 (34-90) "Unità di alimentazione di lampada - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza";
- ⇒ Norme CEI EN 61347-2-1 (34-91) "Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (escluso gli starter a bagliore)";
- ⇒ Norme CEI EN 61347-2-9 (34-100) "Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-9: Prescrizioni particolari per alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti)";
- ⇒ Norme CEI EN 61547 (34-75) "Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC";
- ⇒ Norme CEI EN 62035 (34-89) "Lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti) - Prescrizioni di sicurezza";
- ⇒ Norme UNI ISO 2859 "Procedimenti di campionamento nel collaudo per attributi";
- ⇒ Direttiva 73/23/CEE "Materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione" e successive modifiche;
- ⇒ Direttiva 89/336/CEE "Compatibilità Elettromagnetica" e successive modifiche.



Le indicazioni di tipi e marche commerciali sono da intendere come dichiarazione di caratteristiche tecniche.

Sono ammessi altri tipi e marche purché equivalenti su dimostrazione del fornitore, che dovrà essere scritta e accompagnata da documentazione del costruttore.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

#### 3.1 *Prescrizioni generali*

Gli impianti dovranno essere realizzati a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni della vigente normativa antinfortunistica e di buona tecnica, nonché secondo le disposizioni ed indicazioni fornite dalla Direzione Lavori; in particolare, devono essere resi interamente finiti, completi e perfettamente funzionanti nell'insieme ed in ogni loro parte, anche accessoria.

Tutti i materiali e le apparecchiature forniti dall'Impresa, da impiegare nell'esecuzione dei lavori, dovranno presentare tutte le migliori qualità di solidità, durata, isolamento e buon funzionamento; quindi, fra l'altro, dovranno essere in grado di resistere validamente alle azioni elettriche, meccaniche, chimiche, termiche e corrosive alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutto il materiale metallico utilizzato all'interno delle gallerie per l'esecuzione dei lavori oggetto delle presenti prescrizioni tecniche, quali passerelle, sistema di sospensione alle volte, staffe di sostegno, bulloni, giunti di raccordo per canaletta, perni, minuterie, moschettoni, ecc., dovranno essere in acciaio inossidabile tipo AISI 304; quello, invece, utilizzato all'esterno della galleria dovrà essere zincato a caldo.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, venga meno la zincatura, la protezione del materiale deve essere ripristinata ed assicurata con opportuno trattamento a base, ad esempio, di catramina od asfalto liquido, secondo le disposizioni della D.L.; la prova delle zincature avverrà con il procedimento normalizzato UNI, su campioni prelevati a richiesta ed a scelta della D.L., dal materiale a piè d'opera prima della installazione.

#### 3.2 *Generalità*

Con impianto di illuminazione gallerie si intende il complesso formato dalle condutture, dai materiali e dalle apparecchiature necessarie per realizzare l'illuminazione artificiale interna delle gallerie autostradali.

A grandi linee un impianto di illuminazione gallerie può ritenersi costituito da uno o più quadri elettrici per ogni direzione di marcia, installati nelle apposite cabine elettriche, ubicate, di norma, in prossimità degli imbocchi, oppure nei locali tecnici ricavati nei cunicoli.

Nei quadri elettrici che proteggono e comandano gli imbocchi, sono previsti almeno quattro circuiti di rinforzo, il cui funzionamento è regolato da un sistema di controllo automatico, in relazione ai segnali ricevuti da una fotocellula esterna; l'illuminazione permanente, che si sviluppa per tutta la lunghezza della galleria, sarà anch'essa controllata dal sistema suddetto.

All'interno della galleria, l'impianto sarà essenzialmente costituito, per ciascun fornice, da due dorsali parallele, ciascuna realizzata con passerelle in acciaio inossidabile, poste sulla verticale della mezzeria della corsia laterale relativa.

Gli apparecchi di illuminazione saranno del tipo per sorgenti LED per l'illuminazione permanente e del tipo per lampade tubolari a vapori di sodio ad alta pressione ad elevata resa luminosa per l'illuminazione di rinforzo. Le apparecchiature elettriche per l'alimentazione ed il controllo della corrente di lampada potranno essere alloggiati all'interno o all'esterno degli apparecchi d'illuminazione, in appositi compound stagni IP 65, in classe d'isolamento II, a discrezione della Ditta appaltatrice, ma con il benessere della D.L.

Le caratteristiche elettriche degli impianti di illuminazione delle gallerie sono, essenzialmente:

- tensione nominale di alimentazione: 400 /230 V;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- distribuzione delle alimentazioni: trifase con neutro e monofase;
- tipo di impianto: in derivazione;
- massima caduta di tensione a regime: 4%;
- fattore di potenza a regime: 0,90;
- protezione contro i contatti indiretti: mediante impiego di componenti in classe II.

### 3.3 Collegamenti elettrici

Le dorsali di alimentazione dell'illuminazione, sia all'esterno, sia all'interno della galleria, dovranno essere realizzate mediante cavi unipolari, secondo quanto indicato nell'elaborato di progetto, contrassegnati per tutta la loro lunghezza, al fine di distinguere univocamente fasi e circuiti; i cavi appartenenti ad ogni singola dorsale (3 fasi + neutro) dovranno essere precablati in officina nella maniera seguente:

- i cavi devono essere riuniti insieme da fascette in materiale isolante auto bloccanti e collocati su bobine che poi verranno trasportate al cantiere;
- dovrà essere predisposto, in corrispondenza di ogni utilizzatore, un cavetto di derivazione bipolare FG7OM1 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>, sul quale è già montata la presa di alimentazione agli apparecchi oppure agli ausiliari;
- i giunti tra i cavi di dorsale ed il cavetto di derivazione dovranno essere realizzati mediante morsetti in ottone cadmiato; tra tali morsetti dovranno essere introdotti dei distanziatori al fine di evitare contatti accidentali;
- i giunti dovranno essere successivamente isolati con nastro sigillante e materiale plastico termorestringente, avente caratteristiche chimico-fisiche e di rigidità dielettrica almeno pari a quelle dei cavi medesimi (per es. guaine avvolgibili termorestringenti tipo "STR" della SIGMAFORM od equivalenti, comunque con chiusura senza cerniere o altre parti metalliche);
- l'impresa, in fase di posa in opera dei cavi, dovrà prendere tutti gli opportuni accorgimenti al fine di escludere ogni possibile danneggiamento dei medesimi;



- il cavo bipolare, da fornire in opera in ingresso all'apparecchio illuminazione o al compound, dovrà essere del tipo FG7OM1 2 x 1,5mm<sup>2</sup> e sarà collegato al cavetto di derivazione precablato sulla dorsale mediante una coppia presa - spina stagna (IP65) tipo IEC309 2P+T con coperchio.
- il cavo bipolare in uscita dal compound, anch'esso del tipo FG7OM1 2 x 1,5mm<sup>2</sup>, da fornire in opera per l'alimentazione della lampada, va direttamente collegato al porta lampade dell'armatura;
- è a carico della Ditta appaltatrice il corretto fissaggio del cavo in ingresso al compound e in uscita da questo verso il portalamпада, in maniera da evitare che i suddetti cavi si possano danneggiare a contatto con le parti taglienti della canaletta, e che non sporgano al di sotto degli apparecchi di illuminazione.

I cavi di alimentazione e controllo della fotocellula devono essere del tipo indicato nell'elaborato di progetto.

Gli schermi dei cavi per segnali vanno connessi a terra da un solo lato, preferibilmente dalla parte del quadro elettrico; gli eventuali conduttori in eccesso, che si rendessero disponibili nel cavo, dovranno essere collegati a terra assieme alla schermatura metallica.

## 4. PRESCRIZIONI PER APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

### 4.1 *Prescrizioni generali*

L'Impresa deve provvedere alla fornitura e posa in opera degli apparecchi illuminanti, completi di lampade ed apparecchiature elettriche di alimentazione; tale prestazione comporta, quindi, l'esecuzione dei seguenti lavori:

1. montaggio sull'apparecchio (e sull'eventuale compound) della relativa staffa di sospensione alla canaletta;
2. Per gli apparecchi del rinforzo, montaggio nell'apparecchio della relativa lampada;
3. Messa in opera di tutti gli apparecchi e degli eventuali compound secondo le planimetrie di progetto; loro orientamento e fissaggio alle canaline
4. esecuzione di tutti gli allacciamenti elettrici necessari al perfetto funzionamento;
5. assistenza e fornitura di energia da gruppo elettrogeno per l'esecuzione delle prove di funzionamento e delle verifiche illuminotecniche;
6. eventuali correzioni degli orientamenti degli apparecchi per l'adeguamento delle uniformità al manto stradale esistente.

L'impianto di illuminazione è stato progettato in conformità alla norma UNI 11095; le prestazioni e la posizione di installazione degli apparecchi d'illuminazione utilizzati determina l'effettiva rispondenza a quanto previsto nei calcoli di progetto.

Gli apparecchi d'illuminazione utilizzati devono avere le stesse caratteristiche di design, costruzione, sicurezza e ripartizione delle intensità luminose previste nel progetto, sia per quelli destinati all'illuminazione permanente, sia per quelli dell'illuminazione di rinforzo.

Caratteristiche generali:

- grado di protezione: IP 65;
- classe d'isolamento: II;
- potenze previste delle lampade SAP: 70, 100, 150, 250, 400 W;
- potenza max degli apparecchi LED: 75 W;
- massima corrente di lavoro dei LED: 500 mA;
- minimo flusso per ogni LED: 130 lm/LED;
- temperatura dal colore per sorgenti LED: 4500°K;
- tensione d'alimentazione: 230±10%
- frequenza nominale: 50 Hz;
- temperatura ambiente  $t_a$ : 25°C.

Gli apparecchi di illuminazione ed i calcoli illuminotecnici dovranno comunque essere rivalutati all'atto dell'esecuzione delle opere in relazione all'evoluzione tecnologica, al fine di consentire un'ottimizzazione funzionale dell'impianto ed economica dal punto di vista dei consumi energetici.

#### **4.2 Componenti**

I componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere di prima qualità, costruiti secondo le norme UNI e CEI ed assemblati da personale qualificato secondo le specifiche del costruttore.

#### **4.3 Caratteristiche dei materiali**

##### **4.3.1 Corpo degli apparecchi di illuminazione**

I corpi degli apparecchi saranno realizzati in acciaio inossidabile AISI 316L, verniciato con polveri poliestere, colore RAL 7030; saranno controllati con i seguenti metodi di prova:

- nebbia salina acetica, condotto fino a 1000 ore, secondo ASTM B 287;
- Brine test, cioè misura della penetrazione all'intaglio dopo immersione di 500 ore in soluzione 5% NaCl a 40° C.

I corpi saranno ottenuti da lastra di spessore non inferiore a 1 mm, formati per stampaggio profondo, privi di saldature esterne. Queste sono ammesse unicamente per le staffature interne all'apparecchio (saldature per punti).

##### **4.3.2 Riflettore**

Il riflettore, qualora presente, deve essere in lega di alluminio purissimo 99,8%, di spessore medio maggiore a 0,7 mm e ossidato anodicamente con spessore non inferiore a 10 micron; rispondente alle norme DIN 17-12 e 17-25.

##### **4.3.3 Supporto lampada**

Per facilitare le operazioni di sostituzione, la lampada ed il relativo portalampada E40 saranno posizionati su un supporto accessibile dall'esterno del corpo dell'apparecchio; sarà, dunque, sufficiente estrarre il tappo portalampada, senza la necessità di accedere al vano ottico.

Qualora gli ausiliari elettrici siano alloggiati all'interno dell'apparecchio, l'accesso alle sorgenti deve potersi effettuare senza impiego di utensili

Sarà realizzato in materiale plastico, inalterabile per temperatura compresa tra -20°C e +200°C, completo di pressacavo 13,5 Pg antistrappo.

#### 4.3.4 Schermo protezione

La chiusura dell'apparecchio sarà realizzata per mezzo di vetro temperato, spessore minimo 4,0 mm, fissato al corpo ed al blocco ottico con collante al silicone.

Qualora gli ausiliari siano posti all'interno dell'apparecchio, la chiusura sarà realizzata con apposto telaio incernierato ed apribile senza uso di utensili.

#### 4.3.5 Staffa di sostegno

Il corpo illuminante sarà dotato di idonea staffa di sostegno in acciaio inossidabile AISI 304, per l'installazione su canaletta mediante appositi sistemi di aggancio rapido.

#### 4.3.6 Particolari costruttivi

Le parti più critiche, quali, ad esempio, le cerniere, devono essere opportunamente protette contro la corrosione; gli accessori esterni (cerniere, perni, moschettoni e viteria), o comunque soggetti a movimentazione per le operazioni di manutenzione, dovranno essere in acciaio inossidabile della serie 300 e fissati al corpo tramite rivetti in inox.

Gli eventuali rivetti di fissaggio in acciaio inossidabile devono trovarsi sotto, piuttosto che sopra le superfici; il corpo deve essere provvisto di gocciolatoi, per allontanare l'acqua dalle chiusure.

### 4.4 Marcatura

Su ciascun apparecchio dovranno essere riportate le seguenti indicazioni:

- nome o sigla del produttore;
- identificazione del modello;
- tensione nominale di lavoro (230 V);
- frequenza nominale (50 Hz);
- potenza nominale di lampada (70, 100, 150, 250, 400 W);
- tipo di sorgente;
- classe di isolamento (classe II);
- grado di protezione (IP65);
- schermo di protezione mediante relativo simbolo;
- anno di costruzione.

### 4.5 Istruzioni d'uso e manutenzione

In aggiunta alle marcature sopraindicate, è necessario che tutte le informazioni utili a garantire l'installazione, l'uso e la manutenzione corretti siano riportate nelle istruzioni fornite dal costruttore; comunque, devono essere fornite le seguenti indicazioni:

- massima temperatura a cui sono sottoposti i cavi di alimentazione (90°C);
- posizione di funzionamento (qualsiasi);
- massa dell'apparecchio e del compound;
- dimensioni di ingombro;
- schema di collegamento elettrico al gruppo di alimentazione e, da questo, alla spina stagna (IP65) tipo IEC309 2P+T.

#### **4.6 Piano di campionamento**

I collaudi d'accettazione verranno effettuati secondo il seguente piano di campionamento:

fino a 500 pezzi	n° 2 campioni;
da 500 a 1000 pezzi	n° 4 campioni;
da 100 a 5000 pezzi	n° 10 campioni;
oltre 5000 pezzi	n° 20 campioni.

Tutti gli strumenti di misura che verranno utilizzati, dovranno essere controllati periodicamente, almeno ogni 6 mesi, con strumenti campione di classe uguale o superiore; quest'ultimi devono essere controllati con strumenti primari certificati da un centro SIT.

#### **4.7 Prescrizioni fotometriche**

L'impianto di illuminazione è stato progettato in conformità alla Norma UNI 11095; le prestazioni e la posizione di installazione degli apparecchi d'illuminazione utilizzati determina l'effettiva rispondenza a quanto previsto nei calcoli di progetto.

Il progetto prevede tre tipi di ottiche, a seconda della zona d'installazione, e, quindi, sono differenti le curve fotometriche; gli apparecchi d'illuminazione utilizzati dovranno avere le stesse caratteristiche di design, costruzione e sicurezza sia che siano utilizzati per l'illuminazione di rinforzo, sia per l'illuminazione permanente.

Tutti gli apparecchi saranno installati a 6,6 m di altezza. Trattandosi di modelli per sorgenti diverse, si dovranno prevedere adeguate staffe di montaggio in modo che la superficie luminosa della chiusura per tutti gli apparecchi si trovi all'altezza prevista di 6,6 m dalla superficie media della pavimentazione stradale.

L'impiego di apparecchi differenti comporterà un nuovo studio che l'Appaltatore è tenuto ad eseguire per verificare che i risultati (luminanze ed uniformità) siano uguali o superiori a quelli di progetto.

##### **4.7.1 Apparecchi con ottica simmetrica a LED**

Gli apparecchi per la permanente dovranno avere una distribuzione delle intensità luminose tale da coprire uniformemente la carreggiata, la corsia di emergenza e le pareti fino a 2 m di altezza. La loro emissione longitudinale dovrà essere simmetrica;

trasversalmente alla galleria sarà asimmetrica per illuminare senza sprechi di energia l'intera sezione del manufatto ai minimi livelli richiesti dalla normativa. In queste condizioni di emissione gli apparecchi di una fila saranno ruotati di 180° rispetto a quelli della fila adiacente, secondo quanto indicato nei calcoli illuminotecnici.

L'impresa costruttrice degli apparecchi dovrà fornire all'Appaltatore le necessarie indicazioni al fine di realizzare i risultati illuminotecnici previsti dal progetto.

Le ottiche saranno singole per ogni LED. Per realizzare la ripartizione luminosa necessaria i LED possono essere orientati a gruppi di 3 o 4 LED.

Il flusso luminoso degli apparecchi a LED dovrà potersi regolare al fine di realizzare livelli ridotti di luminanza durante le ore di minor traffico. Per questo controllo è richiesto il sistema ad onde convogliate sulla rete di alimentazione. Gli apparecchi dovranno essere predisposti per questo tipo di regolazione.

#### **4.7.2 *Apparecchi con ottica a flusso contrario***

Gli apparecchi caratterizzati da un tipo di emissione ottica asimmetrica sono destinati all'illuminazione della zona di imbocco; vanno installati con l'asse della lampada orizzontale e perpendicolare all'asse della galleria, la direzione della massima intensità orientata nel senso contrario a quello di marcia e giacente nel piano verticale longitudinale della galleria, inclinazione d'installazione dell'apparecchio rispetto all'orizzontale nel piano sopraindicato = 0°.

Le lampade sono del tipo al sodio alta pressione nella potenza di 100 W, 150 W, 250 W e 400.

La ripartizione delle intensità luminose dovrà essere il più conforme possibile a quella prevista nei calcoli illuminotecnici.

#### **4.7.3 *Apparecchi con ottica simmetrica***

Gli apparecchi caratterizzati da un tipo di emissione ottica simmetrica sono destinati ai circuiti ridotti dell'illuminazione di rinforzo, sia in entrata che in uscita ed all'ultimo tratto dei circuiti di rinforzo di maggior livello. Le lampade sono del tipo al sodio alta pressione nella potenza di 70, 100 W

La ripartizione delle intensità luminose dovrà essere il più conforme possibile a quella prevista nei calcoli illuminotecnici.

## 5. LAMPADE

### 5.1 Generalità

Le lampade accettate negli impianti di illuminazione delle gallerie sono: Lucalox della GENERAL ELECTRIC, SON-T PLUS ad alto contenuto di Xenon della PHILIPS e Vialox NAV-T SUPER della OSRAM.

Per le sorgenti a LED, al fine di meglio abbinare il colore di luce della permanente a quello del sodio alta pressione dei rinforzi, sono richiesti LED a luce bianca calda, (es. i modelli neutral-white della CREE).

Per le sorgenti a LED, fornite contestualmente all'apparecchio di illuminazione, garanzie, controlli e documentazione tecnica, sono a carico dello stesso costruttore degli apparecchi.

Ogni fornitura di lampade o di apparecchi a LED, dovrà essere corredata di:

- dichiarazione del costruttore delle sorgenti che le caratteristiche di durata nominale non risultano modificate dal sistema di regolazione adottato dalla Committente (tolleranza sulla tensione nominale:  $\pm 10\%$ ) e ciò a seguito di prove specifiche effettuate;
- curve di mortalità e di decadimento del flusso luminoso, calcolati secondo cicli di funzionamento di 5 ore e mezzo, con spegnimenti di mezzora;
- marcatura, su ogni lampada, della data di costruzione.

Per *durata nominale* si intendono le ore di funzionamento entro le quali la mortalità statistica di un certo lotto di lampade, verificata in condizioni di laboratorio secondo la normativa IEC, è inferiore o uguale al 20%; la mortalità statistica è definita rilevando la percentuale di lampade del lotto in esame che risultano a fine vita (spente), o comunque con un flusso luminoso residuo inferiore al 70% del nominale.

Inoltre, salvo diversa prescrizione, le lampade della fornitura devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- finitura del bulbo tubolare: chiaro per tutti i formati;
- posizione di funzionamento: qualsiasi.

È facoltà della Committente, tramite la D.L., di procedere a collaudi di accettazione effettuati su materiali a pie' d'opera.

### 5.2 Prove e collaudi

Il collaudo può avvenire presso il costruttore di lampade alla presenza di un incaricato della D.L., oppure presso un laboratorio scelto dalla Committente, fermo restando che le eventuali spese di collaudo rimangono a carico della ditta Appaltatrice.

Se le lampade ordinate non possono essere riunite in un solo lotto, ma devono essere suddivise in più sotto-lotti, è ammesso eseguire il collaudo di un solo sott-lotto per ogni

potenza di lampada, purché il fornitore dimostri che tale sotto-lotto è rappresentativo dell'intera fornitura.

Il collaudo deve essere effettuato con metodi statistici per il controllo della qualità in base alle norme UNI ISO 2859, adottando un piano di campionamento semplice per il collaudo ridotto; l'elenco dei controlli e prove da eseguire sui campioni ed il livello di qualità accettabile (L.Q.A.) sono:

- marcatura: L.Q.A. = 4% (con riferimento all'art. 3  
Norme CEI 34-6);
- dimensioni delle lampade: L.Q.A. = 4%;
- attacchi: L.Q.A. = 4%;
- caratteristiche di innesco: L.Q.A. = 2,5%;
- caratteristiche di avviamento: L.Q.A. = 6,5%;
- caratteristiche luminose: L.Q.A. = 4%;
- caratteristiche elettriche: L.Q.A. = 4%.

A discrezione della Committente, inoltre, può essere controllata la durata nominale, utilizzando un esame dei dati di collaudo eseguiti dal fabbricante nel corso della produzione.

Sarà facoltà della Committente rifiutare in tutto, o in parte, o, diversamente, quantificare il danno indotto da lotti di fornitura non rispondenti alle prove suddette; ciò varrà anche per lotti parzialmente in opera.

## 6. AUSILIARI ELETTRICI SAP

### 6.1 Generalità

Gli apparecchi di illuminazione saranno alimentati per mezzo di un complesso denominato *compound*, composto da:

- involucro in materiale isolante, con classe di isolamento II e grado di protezione IP65;
- reattore magnetico;
- accenditore del tipo a sovrapposizione;
- condensatore di rifasamento;
- dispositivi di connessione al cavo di alimentazione ed al portalampada;
- dispositivi serracavo;
- pressacavi 13,5 Pg IP65.

Su ciascun compound dovranno essere riportate le seguenti indicazioni:

- nome o sigla del produttore;
- identificazione del modello;
- tensione nominale di lavoro (190 ÷ 250 V);
- frequenza nominale (50 Hz);
- potenza nominale di lampada (70, 100, 150, 250, 400, 600 W);
- tipo di lampada (sodio alta pressione);
- classe di isolamento (classe II);
- grado di protezione (IP65);
- anno di costruzione.

Altre indicazioni saranno presenti sulle istruzioni d'uso e manutenzione, allegate agli apparecchi di illuminazione.

### 6.2 Piano di campionamento

I collaudi d'accettazione verranno effettuati secondo il seguente piano di campionamento:

fino a 500 pezzi	n° 2 campioni;
da 500 a 1000 pezzi	n° 4 campioni;
da 100 a 5000 pezzi	n° 10 campioni;
oltre 5000 pezzi	n° 20 campioni.



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

Tutti gli strumenti di misura che verranno utilizzati, dovranno essere controllati periodicamente, almeno ogni 6 mesi, con strumenti campione di classe uguale o superiore; quest'ultimi devono essere controllati con strumenti primari certificati da un centro SIT.

## 7. SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLA LUMINANZA IN GALLERIA

### 7.1 Generalità

I sistemi di regolazione della luminanza in galleria saranno costituiti da un complesso di strumentazioni di rilevamento e di apparecchiature di attuazione in grado di regolare il livello di luminanza di entrata agli imbocchi dei fornicci, in funzione del valore di luminanza esterna.

### 7.2 Sonda esterna di rilevamento della luminanza debilitante

#### 7.2.1 Caratteristiche costruttive:

- Rilevatore con elemento fotosensibile inserito in un contenitore in nylon a tenuta stagna
- Collegamento seriale alla centralina tramite cavetto a tre conduttori
- Collegamento seriale a eventuale PC tramite porta RS 232

#### 7.2.2 Caratteristiche funzionali:

- Alimentazione: 10÷30 Vcc, con ingresso protetto contro l'inversione di polarità, fornita dalla centralina di controllo
- Ottica con fuoco predeterminato e possibilità di allineamento dell'asse ottico con il centro dell'area di misura
- Sensore d'immagine CCD a colori ad alta risoluzione, dotato di matrice di 1280 x 1024 pixel
- Elaborazione dell'immagine rilevata, in conformità alle caratteristiche dell'occhio umano
- Determinazione dei valori di luminanza a partire dai segnali RGB
- Tempo di esposizione variabile
- Microprocessore ad alta velocità
- Convertitore A/D a 10 bit
- Calcolo della luminanza debilitante secondo le prescrizioni della norma UNI11095:2011 per gli angoli previsti dal "diagramma di Adrian"
- Campo di sensibilità dei pixel compreso tra 50 cd/m<sup>2</sup> e 20000 cd/ m<sup>2</sup>
- Campo di uscita (luminanza debilitante) del rilevatore compreso tra 4 cd/m<sup>2</sup> e 400 cd/ m<sup>2</sup>
- Obiettivo con lenti asferiche ed apertura 60°, dotato di filtro infrarosso

- Compensazione software delle distorsioni ottiche dell'obiettivo e delle eventuali differenze di sensibilità dei pixel
- Conforme ai requisiti della norma UNI 11095:2011.

### **7.3 Centralina di controllo**

#### *7.3.1 Caratteristiche costruttive:*

- Modulo di controllo in contenitore modulare di materiale plastico, inseribile su guida DIN
- Frontalino con pulsanti a membrana per la programmazione, LED di segnalazione allarme e display a cristalli liquidi retroilluminato (2 righe di 16 caratteri ciascuna)
- Collegamento seriale alle sonde tramite cavetto a tre conduttori

#### *7.3.2 Caratteristiche funzionali:*

- Tensione di alimentazione: 24 Vca +/-10%
- n. 4 uscite analogiche 4 - 20 mA
- n. 4 uscite digitali a relè
- n. 1 uscita relè di allarme (NO + NC)
- n. 2 ingressi fotometrici per altrettante sonde
- n. 8 Ingressi/uscite digitali liberamente configurabili da tastiera e programmabili per la verifica del corretto inserimento dei teleruttori dei circuiti di illuminazione, l'interfacciamento a sistemi di supervisione, ecc.
- Valori min e max delle uscite analogiche regolabili da tastiera
- Assegnazione dei valori di corrente delle uscite analogiche min e max a valori in  $\text{cd/m}^2$
- Impostazione della sensibilità della sonda esterna in  $\text{cd/m}^2/\text{s}$  (velocità max di variazione delle luminanze lette dalla centralina all'aumentare e al diminuire della luminanza rilevata dalla sonda)
- Impostazione della velocità di variazione delle uscite analogiche in mA/s (velocità delle rampe di salita e discesa)
- Impostazione valore in mA delle uscite analogiche all'inserzione dei relè di uscita
- Impostazione tempo di permanenza in minuti a fine rampa
- Orologio calendario con controllo dell'anno bisestile e cambio automatico dell'ora legale
- Possibilità di vari tipi di funzionamento (crepuscolare, rinforzo, ciclo, crepuscolare + ciclo, rinforzo + ciclo), di impostazione soglie di attivazione dei relè di uscita in mA, di impostazione isteresi di intervento dei relè

- Lettura del valore di luminanza debilitante rilevato dalle sonde
- Visualizzazione di stati e valori relativi a relè di uscita, uscite analogiche, ingressi/uscite digitali, allarmi
- Programmabilità da remoto tramite BUS o modem GSM, con possibilità di scaricare le misure, i parametri e gli allarmi registrati nella memoria e visualizzarli in tempo reale
- Gestione completa delle due sonde, esterna e interna, con elaborazione dei valori misurati e controllo del rapporto tra interno ed esterno
- Riconoscimento di anomalie tramite controllo dello scostamento tra luce interna misurata e luce interna attesa in base alla regolazione
- Controllo corretto funzionamento delle sonde, con funzionamento ad orario in caso di anomalia delle stesse e segnalazione remota
- Registrazione su memoria interna delle ore di funzionamento dei singoli circuiti di rinforzo controllati, registrazione a campionamento costante delle misure rilevate dalle sonde, dello stato delle uscite analogiche e digitali e degli eventuali allarmi di malfunzionamento

#### 7.4 Variatori di tensione

Il variatore di tensione da impiegare è del tipo continuo, cioè a variazione lineare, trifase con neutro, controllato da microprocessore, che consente la regolazione della tensione di uscita con una precisione a regime del  $\pm 3\%$ , anche in presenza di variazioni della tensione di ingresso e del carico.

##### 7.4.1 Caratteristiche elettriche

Potenza nominale:	indicata sugli schemi
Campo della tensione di ingresso:	230 Vca $\pm 10\%$
Campo di frequenza di funzionamento:	47 ÷ 63 Hz
Campo di variazione della tensione di uscita:	190 ÷ 250 Vca
Precisione della regolazione a regime:	$\pm 3\%$
Velocità di regolazione:	40 ms/V
Tipo di regolazione: (3 fasi)	T (stabilizzazione sulla media delle 3 fasi)
Distorsione armonica reintrodotta in rete:	< 1%
Rendimento a pieno carico:	> 98%
Sovraccaricabilità:	125% per 10 minuti, con protezione di immagine termica $I^2t$
Temperatura di funzionamento:	0°C ÷ 50°C



Altitudine massima: fino a 2000 m, senza derating di potenza

#### 7.4.2 Caratteristiche geometriche e meccaniche

Dimensioni dell'armadio regolatore: 800 x 600 x 1800 mm

Dimensioni dell'armadio distribuzione: 600 x 600 x 1800 mm

Grado di protezione: IP31

Peso totale dei due armadi: 300 kg

Colore: RAL 7030 (grigio scuro)

Ingresso cavi: dal basso (standard)  
dall'alto (optional)

## 8. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE GALLERIE

### 8.1 Generalità

Nel quadro variatore sono contenute le parti di controllo, regolazione e sua attuazione verso le lampade, nonché il sistema di telecontrollo dell'intero impianto; la manutenzione è semplificata dal numero esiguo di schede (una CPU dedicata più le interfacce di misura) e dalla facilità di collegamento tra le stesse, mediante connettore flat-cable ad estrazione facilitata, o morsettiera multipolare.

Il sistema è provvisto di due linee seriali per la trasmissione a distanza di tutti i parametri di funzionamento, nonché la ricezione di comandi da parte del centro di supervisione; tra le altre modalità di teletrasmissione, è possibile effettuare un collegamento remoto mediante modem GSM installato a bordo.

La batteria che alimenta la CPU, in caso di mancanza della tensione alternata di rete, consente la teletrasmissione dei parametri, in modo tale da discriminare questo stato rispetto ad altri possibili, quali interruttori aperti, guasto del sistema di trasmissione, ecc.; tale batteria è di tipo ermetico senza manutenzione.

La CPU è sviluppata in modo dedicato per questa applicazione e si basa su di un microprocessore a 16 bit della Motorola, famiglia HC16; l'hardware è stato concepito in modo tale che ogni revisione del firmware possa venire effettuata sostituendo la parte CPU e memorie, senza rimuovere le interconnessioni tra il sistema di controllo e la potenza.

Il quadro variatore contiene la parte CPU, il variatore motorizzato a regolazione continua e la distribuzione delle linee di alimentazione dei rinforzi, con relativi sezionatori e/o fusibili; tale armadio si compone di due parti:

- parte di regolazione;
- parte di distribuzione.

All'interno della parte di distribuzione è contenuto anche il sistema di controllo in ridondanza, il cui funzionamento verrà spiegato in seguito; il sistema è espandibile a regolazioni multiple, a partire da due fino a quattro variatori, con opportune estensioni di hardware.

### 8.2 Sistema di alimentazione

La Norma UNI 11095 richiede, per tutta la lunghezza della galleria e per ragioni di sicurezza, che in emergenza, (ad esempio al mancare della rete), siano mantenuti valori minimi di luminanza; per ottemperare a questa disposizione, è necessario che almeno uno dei due *circuiti permanenti*, oltre ai servizi di sicurezza, sia alimentato da una fonte sicura e immediatamente disponibile.

L'illuminazione in galleria è realizzata con lampade SAP; la mancanza della tensione, anche per pochi millisecondi, ne determina lo spegnimento, mentre la loro accensione (o riaccensione) richiede un tempo di 4-5 minuti.

Pertanto l'alimentazione dovrà essere del *tipo automatico* e con tempi di disponibilità brevissimi; allo scopo è previsto un gruppo statico di continuità (UPS).

È inoltre prevista una fonte d'energia di riserva (alimentazione ad interruzione media), costituita da un gruppo elettrogeno (GE); ciò al fine di assicurare l'alimentazione dei servizi essenziali e dell'impianto d'illuminazione di emergenza per tempi lunghi, limitati dalla sola scorta del carburante.

Per l'alimentazione dei circuiti "*permanenti*", nel quadro che la proteggono e la comandano, sono previsti due sezioni sottese a differenti fonti d'energia:

- sezione sottesa alla rete e al GE;
- sezione sottesa all'UPS.

Metà dei circuiti *permanenti* e quelli relativi ai servizi di sicurezza in galleria, sono sempre sottesi all'UPS; questi circuiti, al mancare della rete resteranno pertanto alimentati senza soluzione di continuità.

Per i circuiti di rinforzo è previsto un solo sistema di sbarre, ma sotteso a differenti fonti d'energia, sia rete, sia GE.

Al mancare della rete, i circuiti di rinforzo sottesi a questa sbarra resteranno, ovviamente, senza tensione; quelli sottesi all'UPS (permanenti ed i servizi privilegiati) continueranno ad essere alimentati.

L'illuminazione della galleria risulterà conseguentemente ridotta, ma, in accordo al progetto, sopra i valori limite minimi richiesti dalla Norma UNI; un'apposita segnaletica, posta prima dell'ingresso, si attiverà per avvertire l'utente della strada della ridotta illuminazione in galleria.

Sotto UPS saranno, altresì, collegati le seguenti utenze di sicurezza:

- picchetti luminosi;
- luce nicchie;
- colonnine SOS;
- pannelli a messaggio variabile;
- segnaletica luminosa;
- copertura radio;
- sistema di controllo (PLC) e di supervisione;
- rilevazione incendio e antintrusione in cabina;
- rilevatori di CO-OP.

Al mancare della rete il GE, inoltre, si avvia automaticamente; raggiunti i corretti valori di tensione e frequenza, verrà comandata automaticamente la commutazione dell'alimentazione delle utenze da rete a Gruppo Elettrogeno.

Al rientro della rete, dopo un tempo predefinito e non inferiore a 10 minuti, allo scopo di assicurarsi che la rete pubblica sia effettivamente stabile, si avrà la commutazione da

GE a rete; a commutazione sotto rete avvenuta, il GE, dopo un tempo prefissato, si dovrà arrestare automaticamente. La commutazione avviene normalmente in pochi secondi ( $2 \div 3$  s).

Se il circuito di rinforzo fosse già stato alimentato dal GE, la logica dovrà ritardarne il reinserimento di 4-5 minuti, per dar modo alle lampade di raffreddarsi; i singoli circuiti dovranno, comunque, essere inseriti uno alla volta con intervalli di tempo predefiniti.

### **8.3 Principi di funzionamento**

All'accensione o al ritorno della rete, il sistema parte in bypass; quindi si porta in regolazione di equalizzazione e, se i parametri di funzionamento sono corretti, commuta l'alimentazione delle lampade in funzionamento automatico, adottando le strategie di regolazione a seguito riportate.

La regolazione della tensione alle lampade è di tipo continuo ed è funzione della modalità di funzionamento prevista dagli algoritmi di controllo; sono possibili due modalità principali di funzionamento, a seconda se il sistema è in grado, o meno, di regolare con continuità la tensione alle lampade:

1. modo in linea;
2. modo in bypass automatico.

Il passaggio da modo in linea a modo in bypass automatico può avvenire per le seguenti ragioni:

- impossibilità di regolare la tensione;
- diagnostica interna ad esito negativo;
- comando da pannello frontale o PC locale o remoto;
- durante l'accensione ed al ritorno della rete di alimentazione.

Esiste anche la modalità di funzionamento in bypass manuale, che consente di operare sul quadro AUTOLUX senza interrompere l'alimentazione alle lampade; tale passaggio avviene con la seguente sequenza:

- si chiama il sistema in bypass automatico;
- si chiude il sezionatore di bypass manuale;
- si apre il sezionatore di uscita.

Durante il funzionamento in bypass manuale, si possono verificare tutte le funzioni del sistema, operando in sicurezza e senza influenzare la tensione di alimentazione delle lampade.

Esiste, infine, un'ultima modalità di funzionamento, detta semiautomatica, che viene forzata per le seguenti ragioni:

- mancanza di alimentazione alla CPU;
- guasto grave della CPU.

In questo caso, il controllo viene preso dal sistema in ridondanza, denominato secondo le modalità a seguito specificate (vedi funzionamento semiautomatico).

### 8.3.1 Funzionamento automatico

Il flusso luminoso, emesso dalle lampade dell'impianto di illuminazione di rinforzo, è regolato in modo continuo dal sistema che varia la tensione di alimentazione attraverso il variatore, utilizzando i seguenti dati per la strategia di regolazione:

- un segnale di corrente, prodotto dalla fotocellula posta all'esterno della galleria che rileva la luminanza relativa alla zona dell'imbocco;
- un analogo segnale, prodotto da una fotocellula posta all'interno del fornice di galleria che rileva la luminanza sul piano stradale (tale fotocellula è opzionale ed è necessaria soltanto quando si vogliono implementare gli algoritmi con interna ACI);
- una terna di segnali di tensione proporzionale alla tensione alternata trifase di ingresso;
- una terna di segnali di tensione proporzionale alla tensione alternata trifase di uscita del regolatore, sulla quale si richiude il loop di regolazione.

La strategia di regolazione tiene conto dei seguenti parametri esterni:

- se è giorno o notte, effettuando il passaggio tra regolazione diurna e notturna in funzione della misura della luminanza esterna; il passaggio giorno notte, che provoca lo spegnimento degli imbocchi, allorquando non avvenga entro un orario stabilito da un calendario astronomico interno, viene forzato dalla CPU, per evitare che gli imbocchi restino accesi dopo l'imbrunire;
- se c'è degrado delle lampade interne o della fotocellula interna; questa strategia, che si basa sulla lettura della luminanza esterna e la conseguente regolazione della tensione alle lampade secondo un algoritmo memorizzato, viene utilizzata di default, se si sceglie di implementare degli algoritmi non ACI.

#### 8.3.1.1 Giorno

La strategia di regolazione diurna viene utilizzata durante il giorno, ovvero allorquando la misura della luminanza esterna è compresa tra i valori previsti per l'illuminazione diurna; in questo caso, gli imbocchi sono accesi (tale accensione avviene automaticamente mediante teleruttori azionati dalla CPU) e la tensione alle lampade è regolata nel modo seguente:

- regolazione diurna senza degrado (sistema con interna ACI): si effettua una correlazione, mediante un algoritmo memorizzato nella CPU, tra la misura della luminanza esterna, che ha la funzione di set point, e la misura della luminanza interna che, nel caso sia valutata troppo alta o troppo bassa rispetto al set point, viene fatta variare agendo sulla tensione delle lampade; in questo modo, si ha la regolazione della luminanza interna;
- regolazione diurna con degrado (o per sistema senza interna non ACI): si effettua una correlazione, mediante un algoritmo memorizzato nella CPU, tra la misura della

luminanza esterna, che ha la funzione di set point, e la misura della tensione alle lampade che, nel caso sia valutata troppo alta o troppo bassa rispetto al set point, viene fatta variare agendo sul regolatore; in questo modo, si ha la regolazione della tensione delle lampade.

La condizione di degrado delle lampade interne, o di malfunzionamento della fotocellula interna, che può essere dovuta a guasti, sporcizia, od altro, viene definita effettuando un controllo sullo scostamento della luce interna misurata, rispetto a quella che ci si aspetterebbe in funzione della tensione alle lampade; se tale scostamento supera una certa soglia, si dichiara la condizione di degrado e si adotta l'algoritmo di cui al secondo punto.

Tale algoritmo viene utilizzato per default nei sistemi ad algoritmo senza fotocellula interna, detti non ACI.

#### 8.3.1.2 Notte

La strategia di regolazione notturna viene utilizzata durante la notte, ovvero allorquando la misura della luminanza esterna è compresa tra i valori previsti per l'illuminazione notturna.

In questo caso, gli imbrocchi sono spenti (tale spegnimento avviene automaticamente mediante teleruttori azionati dalla CPU); dovrà essere possibile, ad un orario prestabilito, ma comunque programmabile, ridurre l'illuminazione permanente grazie allo spegnimenti di alcuni circuiti mediante teleruttori azionati dalla CPU.

#### 8.3.1.3 Regolazione oraria

In caso di guasto della fotocellula esterna, rilevato dalla diagnostica, il sistema passa automaticamente alla regolazione di tipo orario, che prevede la regolazione della tensione alle lampade effettuata nel modo seguente:

- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia giorno, vengono accesi gli imbrocchi e la tensione alle lampade viene portata al livello orario diurno;
- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia notte, vengono spenti gli imbrocchi e la tensione alle lampade viene portata al livello orario notturno.

### 8.3.2 Funzionamento semiautomatico

Il sistema contiene una parte di controllo in ridondanza, anch'essa a microprocessore, la quale è del tutto svincolata, per potenziale e sorgenti di alimentazione, dalla CPU ed è, quindi, in grado di prendere il controllo del sistema allorquando, per guasto grave o mancanza di alimentazione, la CPU non funziona più correttamente.

Il passaggio al funzionamento semi automatico si svolge nel seguente modo:

- si verifica che la CPU non sta funzionando correttamente e si forza il regolatore in bypass;
- si prende il controllo e la misura della fotocellula esterna e si controlla se è giorno o notte, utilizzando gli algoritmi memorizzati;

- si prende il controllo dei teleruttori di imbocco, che si provvede a spegnere e ad accendere in modo opportuno, ovvero si accendono gli imbocchi di giorno e si spengono di notte.

Dal momento che questa modalità di funzionamento ha luogo forzando il regolatore in bypass, questa condizione è detta anche di *bypass permanente*; questa modalità consente di avere comunque tensione alle lampade e di gestire gli imbocchi in maniera sufficientemente corretta per le utenze, in attesa dell'intervento di riparazione.

### 8.3.3 Funzionamento manuale

La tensione di uscita del sistema può essere regolata manualmente, previa chiamata in regolazione manuale, mediante un tasto del pannello frontale, usando i due tasti P+ e P-, rispettivamente per incrementare e decrementare la tensione.

Tale regolazione può essere richiamata in qualunque modalità di funzionamento ed è utilizzabile per effettuare la manutenzione e testare la luminosità delle lampade a diversi valori di tensione.

### 8.3.4 Funzionamento in bypass manuale

Allo scopo di effettuare la manutenzione ordinaria e straordinaria, è possibile forzare manualmente le seguenti funzioni:

- accensione e spegnimento degli imbocchi, mediante commutatori a fronte quadro del tipo "make-before-break", che consentono di forzare chiusi i teleruttori di controllo degli imbocchi e di spegnere ed accendere gli stessi manualmente, agendo sui relativi interruttori;
- posizionamento del sistema in bypass manuale che, escludendo completamente il variatore ed i relativi teleruttori, consente di alimentare le lampade direttamente da rete senza organi di sezionamento elettromeccanici interposti; in questo modo è possibile effettuare la manutenzione ed i test di funzionamento in sicurezza ed influenzare la corretta alimentazione delle lampade. Il passaggio in questo stato di funzionamento viene effettuato senza cortocircuitare il regolatore (mantenendo bassa la corrente di commutazione), seguendo la procedura programmata.

## 8.4 Procedure principali

Le funzioni di comando e controllo del sistema sono svolte da un sistema a microprocessore del tipo Motorola HC16, basato su di un'architettura a 16 bit, implementate su di un hardware modulare e *sostituibile dalla scheda madre, senza dover rimuovere le interconnessioni con la potenza e le interfacce.*

Una tale architettura consente l'implementazione delle revisioni del firmware mediante semplice sostituzione di una scheda a quattro strati, nonché la completa sostituzione della parte digitale (CPU, memorie, orologio, ecc.) anche da parte di personale non esperto, senza l'utilizzo di utensili particolari, quali estrattori per integrati PLCC, saldatore per SMD, ecc.

Le procedure di comando e controllo sono memorizzate nelle EPROM di programma ed i parametri variabili, da cui queste dipendono, sono contenuti e memorizzati in una EEPROM.

L'orologio, del tipo ad oscillatore quarzato ad alta frequenza e precisione, svolge la funzione di calendario astronomico, generando gli orari presunti di alba e tramonto, con precisione di una settimana, che vengono utilizzati, ove necessario, per forzare lo spegnimento e l'accensione degli imbrocchi.

Il sistema può colloquiare con il mondo esterno mediante due seriali standard del tipo RS232; è prevista l'interfacciabilità con un modem tradizionale o del tipo GSM e le principali reti utilizzate da Autostrade.

#### 8.4.1 Auto-diagnostica

Il processo di auto-diagnostica avviene secondo due modalità:

1. modalità esterna: la CPU controlla che tutte le periferiche, le interfacce e gli attuatori lavorino correttamente. Se si verificano errori o malfunzionamenti, la CPU è in grado di gestirli secondo le procedure programmate e di dare le opportune segnalazioni e/o allarmi; in caso che le anomalie, dopo un certo tempo, scompaiano, la CPU può ripristinare automaticamente, o previo reset degli stati, locale o remoto, lo stato di funzionamento normale;
2. modalità interna: la CPU è, a sua volta, controllata da un circuito di supervisione "watchdog" che, in caso di malfunzionamento della CPU stessa, provvede, in un primo tempo, a resettarla (caso di accatastamento del programma); se il problema persiste (caso di guasto hardware), il supervisore rilascia il controllo al sistema semi automatico.

#### 8.4.2 Partenza del sistema

Al primo avviamento, ed ogni qual volta si abbia un ritorno della rete alternata di alimentazione, il sistema si comporta nel modo seguente:

- verifica che la rete di ingresso sia tornata ad un livello sufficiente per riaccendere le lampade e chiude il teleruttore di bypass (stato di bypass automatico);
- avvia la procedura di regolazione della tensione di uscita in equalizzazione con la rete di ingresso e verifica il corretto funzionamento della regolazione stessa;
- chiude il teleruttore di uscita ed apre il teleruttore di bypass, senza interrompere la tensione alle lampade;
- verifica il corretto funzionamento di tutti i teleruttori via via interessati;
- avvia le procedure di controllo e regolazione (stato normale).

#### 8.4.3 Condizioni di errore

Durante il funzionamento normale, le seguenti condizioni di errore, ogni qual volta si verificano, comportano i seguenti cambiamenti di stato del sistema:

- fotocellula interna guasta o degrado lampade interne: si passa dalla regolazione normale, alla regolazione di degrado (solo per sistemi ACI);
- fotocellula esterna guasta: si passa dalla regolazione normale, alla regolazione oraria;
- guasto del sistema di regolazione: si passa dal funzionamento in linea, al funzionamento in bypass;
- guasto della CPU: si passa dal funzionamento automatico, al funzionamento semiautomatico.

## **8.5 Procedure di misura**

Tutte le misure analogiche vengono accentrate sul microprocessore CPU per ridurre al minimo la probabilità di guasto o mal funzionamento e rendere agevole la verifica dei guasti; le misure vengono effettuate seguendo strategie diverse, a seconda se si tratta di misure di tensione e corrente, oppure misure di luminanza interna ed esterna.

### **8.5.1 Misure di tensione e corrente**

Le misure di tensione e di corrente vengono effettuate a vero valore efficace, effettuando un campionamento sincro delle grandezze convertite a livello della dinamica di misura dell'A/D converter del microprocessore.

### **8.5.2 Misura di luminanza interna**

La misura della luminanza interna è estremamente critica, in quanto viene influenzata dallo stato delle lampade e dalla luce dei fari dei veicoli in transito; a tal scopo, va utilizzato un algoritmo a media trascinata dei campioni di luminanza misurati, con scarto dei campioni esterni ad una fascia regolata adattivamente, in quanto attribuiti all'accecamento della fotocellula dovuto ai fari.

Al termine dell'algoritmo di acquisizione, viene effettuato un procedimento di ricerca di un certo percento di valori minimi su tutta la stringa acquisita e si possono avere due esiti differenti:

- si è trovato un gruppo di minimi in numero sufficiente, quindi si può aggiornare la misura;
- non si è trovato un gruppo di minimi in numero sufficiente, la misura non viene aggiornata e si utilizza quella precedente.

### **8.5.3 Misura di luminanza esterna**

La misura della luminanza esterna viene effettuata memorizzando i campioni di misura dalla fotocellula esterna a cadenza fissa in un vettore, sulle cui componenti viene effettuata una media a fine ciclo che diventa il valore attuale della misura.

La misura della luminanza esterna viene utilizzata per determinare le condizioni di funzionamento giorno e notte, secondo il seguente algoritmo:

- se è giorno e la luminanza scende sotto un valore programmabile in modalità locale o remota e rappresentato sul display alfanumerico (soglia GINO), il sistema dichiara che è notte; se tale passaggio avviene prima dell'ora prevista dal calendario astronomico, il sistema dichiara comunque che è notte (spegne gli imbocchi);
- se è notte e la luminanza sale al di sopra un valore programmabile in modalità locale o remota e rappresentato sul display alfanumerico (soglia NOGI), il sistema dichiara che è giorno (accende gli imbocchi).

Dal momento che l'aggiornamento di queste grandezze è lento, sul display sono disponibili le letture dirette (istantanee) delle due misure di luminanza, per verificare il corretto funzionamento dei canali dell'A/D converter; tutte le misure sopraccitate vengono trasmesse, via seriale ed in tempo reale, alla postazione di controllo remoto.

## **8.6 Procedure di regolazione**

Le procedure per la regolazione vengono attivate automaticamente dal sistema di controllo e si differenziano a seconda dello stato di funzionamento richiesto dalle condizioni della luminanza interna ed esterna e dallo stato dell'impianto, nonché dalla tensione della rete di alimentazione.

In background a qualsiasi algoritmo attivo al momento, vengono effettuate le procedure di misura e controllo, nonché la diagnostica di sistema, in modo tale da poter cambiare l'algoritmo attuale (ad esempio, al passaggio giorno-notte), o passare automaticamente in bypass, nel caso vi siano problemi al sistema di regolazione.

In funzione della luminanza esterna, con priorità del calendario astronomico per quanto riguarda il passaggio giorno/notte, il sistema decide tra due modalità di gestione dell'impianto.

### **8.6.1 Regolazione diurna senza degrado o sistema ACI**

In questo caso, gli imbocchi sono accesi e si utilizza la misura della luminanza esterna come set-point, andando a regolare in retroazione la tensione delle lampade, in modo tale che la misura della luminanza interna sia corrispondente al valore ottenuto calcolandolo, secondo un algoritmo prestabilito, a partire dal set-point.

### **8.6.2 Regolazione diurna con degrado o sistema non ACI**

In questo caso, gli imbocchi sono accesi e si utilizza la misura della luminanza esterna come set-point, andando a regolare direttamente la tensione delle lampade, seguendo una curva programmata.

Questo tipo di regolazione consente di non utilizzare la fotocellula interna, che è sempre soggetta ad un rapido invecchiamento dovuto allo smog interno alla galleria, è molto influenzata dalla luce dei fari dei veicoli in transito e la sua misura può essere falsata dal fatto che una o più lampade nella zona ad essa circostante hanno perso di efficacia.

Questo metodo di regolazione può essere scelto di default, se si decide di non montare la fotocellula interna (sistema non ACI), oppure può essere selezionato

automaticamente dalla CPU se si rileva un degrado delle lampade interne o della fotocellula.

### 8.6.3 Regolazione di equalizzazione

La tensione di uscita viene portata ad un valore tale da minimizzare la corrente di circolazione nel regolatore durante i passaggi di stato tra sistema in linea e sistema in bypass e viceversa.

### 8.6.4 Regolazione oraria

In caso di guasto della fotocellula esterna rilevato dalla diagnostica, il sistema passa automaticamente alla regolazione di tipo orario, che prevede la regolazione della tensione alle lampade effettuata nel modo seguente:

- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia giorno, vengono accesi gli imbocchi e la tensione alle lampade viene portata al livello orario diurno;
- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia notte, vengono spenti gli imbocchi e la tensione alla lampade viene portata al livello orario notturno.

I parametri di tensione diurna e notturna, relativi a questo algoritmo, possono essere tele-caricati mediante PC locale e remoto e possono essere visualizzati sul display alfanumerico.

## 8.7 Distribuzione

La distribuzione della tensione regolata alle lampade avviene mediante:

- linee denominate rinforzo;
- linee denominate riserva.

Alle linee denominate *permanente*, verrà erogata energia a tensione fissa.

Ciascuna linea è trifase con neutro, con lettura dell'assorbimento su ogni fase, mediante trasformatore amperometrico; è dotata dei seguenti dispositivi:

- interruttore magnetotermico di protezione segnalato;
- fusibile segnalato di protezione del cablaggio a valle;
- lampada di segnalazione;
- teleruttore di inserimento (solo per rinforzo e riserva);
- commutatori a 3 posizioni (solo per rinforzo e riserva).

## 8.8 Protocollo di trasmissione

Tutti i parametri di funzionamento del sistema sono memorizzati in EEPROM e possono venire letti e modificati da postazione locale, o da postazione remota, mediante un PC dotato di opportuno software, con sistema di protezione a livelli mediante

password; il sistema trasmette una stringa contenente tutte le informazioni relative agli stati ed alle misure, usando un protocollo basato su di un set ristretto di caratteri ASCII.

La struttura fondamentale del protocollo è la seguente:

- n° 1 bit di start;
- n° 8 bit di informazione;
- n° 1 bit di stop;
- nessuna parità.

La struttura fondamentale del messaggio si compone di una parte di sincronizzazione (o di una pausa) e una parte di dati, scritta senza soluzione di continuità tra stati e misure, allo scopo di ottenere la massima velocità di aggiornamento degli stessi; la struttura delle informazioni trasmesse si può suddividere nelle parti seguenti:

- misure analogiche;
- parametri di settaggio;
- tarature;
- stati di funzionamento;
- allarmi;
- comandi.

Le informazioni riportate sopra possono essere remotate, mediante opportuna interfaccia e convertite in formato compatibile, con i seguenti mezzi di trasmissione:

- rete Ethernet;
- fibra ottica;
- radio LAN;
- modem standard;
- modem GSM.

## **8.9 Pannello frontale**

Il quadro è dotato di un pannello frontale con display alfanumerico, che consente di controllare da postazione locale, senza l'uso del PC, i menù di seguito elencati.

### **8.9.1 Misure**

Le misure comprendono:

- 3 tensioni di ingresso regolatore;
- 3 tensioni di uscita regolatore;
- correnti di uscita di ogni fase di tutti i rami di alimentazione delle lampade;

- misure di luminanza interna ed esterna alla galleria.

### 8.9.2 Modalità di regolazione

Il sistema consente le seguenti modalità di regolazione:

- diurna;
- notturna;
- oraria.

### 8.9.3 Allarmi

Gli allarmi di sistema sono riportati sul display nel seguente ordine:

- A1: "Interruttore generale aperto"
- A2: "Problemi alla regolazione"
- A3: "Interruttore ILL aperto"
- A4: "Contattore TLI difettoso"
- A5: "Contattore TLB difettoso"
- A6: "Contattore TLO difettoso"
- A7: "Sezionatore OCB aperto"
- A8: "Sezionatore MCB chiuso"
- A9: "Rinforzo numero  $n$  aperto"
- A10: "Riserva numero  $n$  aperta"
- A11: "Permanente numero  $n$  aperta"
- A12: "Fotocellula interna 1 aperta"
- A13: "Fotocellula esterna 1 aperta"

Gli ultimi due sono da installarsi solo per utilizzo di luminanzometri THYTRONIC.

### 8.9.4 Stato attuale del sistema

Lo stato attuale del sistema può essere:

- in linea;
- in bypass automatico;
- in bypass manuale.

### 8.9.5 Temporizzazioni

Le temporizzazioni comprendono:

- data e ora;

- orario di spegnimento previsto in regolazione oraria.

Tutte le funzioni di menù ed i settaggi sono accessibili mediante tastiera alfanumerica a chiamata diretta di funzione, per semplificare al massimo l'utilizzo per un operatore non esperto.

### **8.10 Sistema di telegestione**

Il sistema di regolazione e controllo dell'illuminazione di galleria è completato da un sistema atto alla trasmissione dei dati e degli allarmi ad una unità di supervisione, posta presso la Direzione di Tronco e connessa sulla rete dati Autostrade.

A tale scopo, è necessario prevedere un idoneo apparato di acquisizione, codifica e trasmissione, atto ad inviare segnali digitali di stato e di grandezze analogiche e ricevere comandi dal centro, su media trasmissivo a disposizione: rame o fibra ottica, nel caso di disponibilità di estrazione sulla dorsale Autostrade presso lo shelter, o via GSM.

I dati/comandi da trasmettere/ricevere sono essenzialmente indicati nel seguito.

#### **8.10.1 Stati di funzionamento**

Indicano il tipo di funzionamento dell'apparato in quel momento; tali stati possono essere così suddivisi:

1. stato del sistema "SISTEMA IN BYPASS"; quando è presente questo stato, la tensione alle lampade non viene regolata;
2. stato del sistema "SISTEMA IN LINEA"; quando è presente questo stato, la tensione alle lampade viene regolata nei seguenti modi di regolazione:
  - 2.1.modo di regolazione "REGOLAZIONE DIURNA", o con l'ausilio della luminanza interna, o senza di esso,
  - 2.2.modo di regolazione "REGOLAZIONE NOTTURNA",
  - 2.3.modo di regolazione "REGOLAZIONE ORARIA".

#### **8.10.2 Allarmi**

Gli allarmi vengono visualizzati sia su pannello, sia in modo remoto; vengono inoltre registrati in STORICO.

Su pannello, hanno la seguente forma:

- A1: "Interruttore IG aperto";
- A2: "Problemi alla regolazione";
- A3: "Interruttore ILL aperto";
- A4: "Contattore TLI difettoso";
- A5: "Contattore TLB difettoso";
- A6: "Contattore TLO difettoso";

- A7: "Sezionatore OCB aperto";  
A8: "Sezionatore MCB chiuo";  
A9: "Rinforzo numero  $n$  aperto";  
A10: "Permanente numero  $n$  aperta";  
A11: "Riserva numero  $n$  aperta";  
A12: "Fotocellula interna 1 aperto";  
A13: "Fotocellula esterna 1 aperto".

Gli ultimi due sono da installarsi solo per utilizzo di luminanzometri THYTRONIC.

In remoto, hanno la seguente forma:

A1_IG_APERTO	(evidenziato in rosso se presente);
A2_REGOLAZ_KO	(evidenziato in rosso se presente);
A3_ILL_APERTO	(evidenziato in rosso se presente);
A4_TLI_DIFETTOSO	(evidenziato in rosso se presente);
A5_TLB_DIFETTOSO	(evidenziato in rosso se presente);
A6_TLO_DIFETTOSO	(evidenziato in rosso se presente);
A7_OCB_APERTO	(evidenziato in rosso se presente);
A8_BYPASS_EMER	(evidenziato in rosso se presente);
A9_RINFORZO_n	(evidenziato in rosso se presente);
A10_PERMANENTE_n	(evidenziato in rosso se presente);
A11_RISERVA_n	(evidenziato in rosso se presente);
A12_FOTOC1_I	(evidenziato in rosso se presente);
A13_FOTOC1_E	(evidenziato in rosso se presente).

Gli ultimi due sono da installarsi solo per utilizzo di luminanzometri THYTRONIC.

Inoltre, gli allarmi vengono registrati al loro insorgere, al fine di poterli rileggere, dal menù storico nella forma:

**AXX (DATA ORA)** (dove **XX** è il codice identificativo allarme).

### 8.10.3 Comandi

I comandi disponibili da postazione remota sono:

IMBOCCHI OFF (pulsante di scelta), che impone lo spegnimento degli imbrocchi;

IMBOCCHI ON (pulsante di scelta), che impone l'accensione degli imbrocchi;



<b>IMBOCCHI AUT</b>	(pulsante di scelta), che seleziona la gestione automatica degli imbocchi;
<b>RESET</b>	(pulsante di scelta), che resetta alcuni allarmi altrimenti ritenuti;
<b>BYPASS/LINEA</b>	(pulsante di scelta), che scambia lo stato del sistema "SISTEMA IN BYPASS" $\leftrightarrow$ "SISTEMA IN LINEA";
<b>CORRXXX</b>	(da digitare con valore numerico "XXX") CORREZIONE TENSIONE LAMPADE;
<b>TNOTXXX</b>	(da digitare con valore numerico "XXX") PENDENZA REGOLAZIONE NOTTURNA;
<b>GINOSSIDABILEXX</b>	(da digitare con valore numerico "XXX") SOGLIA LUMINANZA GIORNO-NOTTE;
<b>NOGIXXX</b>	(da digitare con valore numerico "XXX") SOGLIA LUMINANZA NOTTE-GIORNO;
<b>TORGXXX</b>	(da digitare con valore numerico "XXX") TENSIONE REGOLAZIONE ORARIA DIURNA;
<b>TORNXXX</b>	(da digitare con valore numerico "XXX") TENSIONE REGOLAZIONE ORARIA DIURNA.

#### 8.10.4 Allarmi e letture relative all'impianto di condizionamento

Gli allarmi relativi all'impianto di condizionamento (laddove presente) sono:

- allarme filtro sporco;
- allarme ventilatore;
- allarme blocco compressore n° 1;
- allarme blocco compressore n° 2;
- allarme condizionatore per quadro shelter (in caso di guasto del regolatore).

Le letture relative all'impianto di condizionamento sono:

- temperatura ambiente;
- temperatura esterna.

Come già accennato sopra, l'apparato è costituito essenzialmente da due parti:

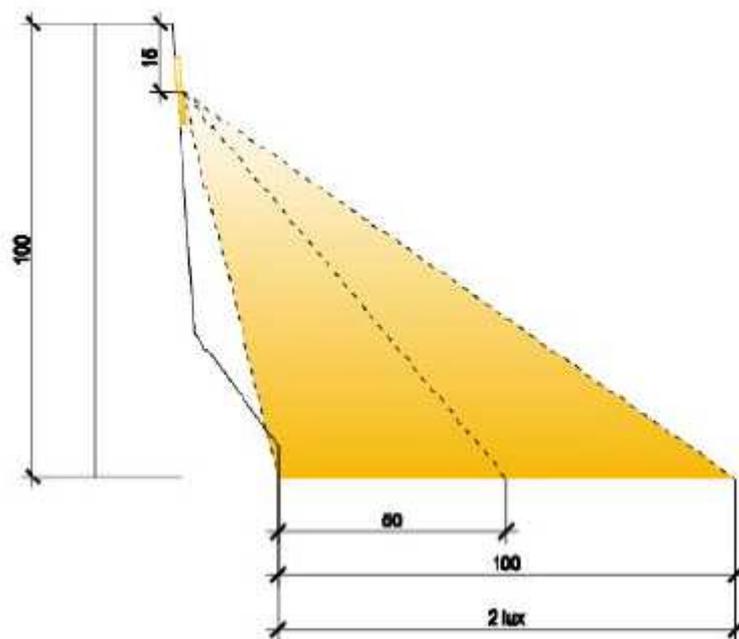
- sistema di acquisizione e codifica sia per i messaggi di allarme, sia per i comandi;
- sistema di trasmissione.

Ciò comporta il vantaggio che, al variare del media trasmissivo, basterà sostituire solo la parte modem; nel caso di modem GSM (maggioranza dei casi), occorrerà utilizzare il modello Falcom A2.

## 8.11 Picchetti luminosi

### 8.11.1 Caratteristiche tecniche dei picchetti luminosi

Dovranno essere installati picchetti luminosi sul profilo redirettivo della galleria, ad una altezza di circa 85 cm dal piano viabile, con funzione di delineazione luminosa della carreggiata per gli automobilisti e fonte di illuminazione di sicurezza in caso di emergenza. Nello specifico il sistema dovrà essere in grado di assicurare un illuminamento medio di 5 lux per una fascia di minimo 90 cm, all'interno della quale l'illuminamento minimo non dovrà essere inferiore a 2 lux. Tale fascia dovrà iniziare entro una distanza di 30 cm dal piede del profilo redirettivo.



Dovranno essere impiegate due tipologie di picchetti luminosi, come nel seguito descritti:

- picchetti luminosi dotati di due circuiti di illuminazione LED colore giallo-ambra installati sul profilo redirettivo lato corsia di marcia lenta con la sola funzione di delineazione della carreggiata. Nell'involucro dell'apparecchio saranno allocate 2 finestre sigillate a protezione di due circuiti di illuminazione LED colore giallo-ambra;
- picchetti luminosi dotati di due circuiti di illuminazione LED colore giallo-ambra ed un circuito di illuminazione LED a luce bianca, orientato verso il basso, installati sul profilo redirettivo lato corsia di sorpasso. Nelle normali condizioni di esercizio saranno attivi solo i circuiti giallo-ambra di delineazione mentre, in condizione di emergenza, verrà attivato anche il circuito a luce bianca al fine di indicare agli utenti la via di esodo. Nell'involucro dell'apparecchio saranno allocate 2 finestre sigillate a protezione di due circuiti di illuminazione LED colore giallo-ambra e da

una finestra orientata verso terra che protegge un circuito di illuminazione a LED a luce bianca.;

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere dotati di un robusto involucro, in grado di garantire un'elevata resistenza agli urti, e di geometria tale da non costituire ostacolo all'eventuale impatto con la ruota di un autoveicolo.

L'apparecchio illuminante dovrà avere dimensioni tali da non eccedere dalla sagoma del profilo redirettivo e sarà dotato di appositi sistemi di supporto che lo rendano solidale al profilo stesso e resistere agli urti/strappi. In alternativa l'apparecchio potrà essere integrato nel profilo redirettivo mediante carota tura dello stesso e fissato attraverso resine a bassissima emissione di gas tossici e dannosi.

L'alimentazione dei due circuiti LED color ambra e del circuito LED color bianco sarà in bassissima tensione, con livelli di tensione normalmente compresi fra 12÷48 V.

Le caratteristiche tecniche del picchetto saranno:

- grado di protezione IP67/IP68;
- classe di isolamento elettrico II a 230 V, III in bassissima tensione;

L'installatore dovrà fornire indicazioni in merito alla resistenza agli urti dell'apparecchio ed al grado di infiammabilità ed emissione di fumi e gas tossici.

L'apparecchio dovrà inoltre essere omologato dal Ministero ai sensi dell'art. 174 di cui al DPR 495/92.

### *8.11.2 Alimentazione e controllo picchetti luminosi*

I picchetti luminosi, facenti parte della segnaletica di "sicurezza", sono apparecchi posizionati sul profilo redirettivo lato marcia e lato sorpasso della galleria, ad un'altezza di circa 85 cm dal piano viabile.

L'alimentazione elettrica del sistema di delineazione e di esodo sarà monofase e dovrà essere prelevata direttamente dalla rete di sicurezza della galleria, in corrispondenza dei by-pass e/o nicchie SOS, mediante l'impiego di cavi FTG10(O)M1.

All'interno dei by-pass e/o nicchie dovranno essere installati, in apposita carpenteria, gli alimentatori per i circuiti di delineazione e per i circuiti di illuminazione di esodo, ottenendo in questo modo una suddivisione in tratte a garanzia della continuità di funzionamento del sistema di esodo; da quest'ultimi l'alimentazione elettrica dovrà essere portata ai picchetti luminosi in campo per mezzo di cavi del tipo FTG10(O)M1, passanti all'interno di tubo in PEAD Ø 50 mm annegato nel getto in cls. a tergo del profilo redirettivo.

In corrispondenza di ogni singolo apparecchio illuminante dovrà essere realizzato, dietro il profilo redirettivo, apposito pozzetto 20x20x20 cm contenete scatola di derivazione in acciaio zincato.

Il passaggio cavi dalla scatola di derivazione posata nel pozzetto al picchetto luminoso dovrà essere realizzato mediante foro passante di opportuno diametro, da comprendere nell'installazione, praticato sul profilo redirettivo.



I circuiti destinati alla delineazione dovranno essere sempre alimentati, al fine di fornire in ogni momento all'automobilista la funzione di delineazione della carreggiata.

Per i circuiti destinati all'illuminazione di esodo, il comando all'accensione verrà dato dal PLC, che riceve, dal sistema di supervisione, il segnale di incendio/pericolo in corso; il contattore dovrà ritrasmettere l'avvenuta chiusura al PLC, quale conferma della positiva risposta al comando. Nel caso di mancata conferma, viene inviato un segnale d'allarme.

Dovrà essere eseguito periodicamente (ad esempio, una volta alla settimana) ed automaticamente, un test di accensione e spegnimento della durata di almeno 30 minuti; per questa condizione operativa, effettuata tramite il PLC comune, quest'ultimo dovrà acquisire, tramite la rete, i segnali dagli alimentatori delle singole tratte. Infatti, in uscita dai singoli alimentatori dei picchetti luminosi, è previsto un relè di tensione RT che chiude un suo contatto quando viene comandata l'accensione; durante il test, questo contatto, che indica l'efficienza dell'alimentatore, si chiude rivelando così il buon fine del comando. In caso contrario, viene dato un allarme di *"alimentatore non disponibile"*.



## 9. ULTERIORI LAVORI

Di seguito, si riportano le descrizioni di ulteriori lavori che l'impresa dovrà eseguire.

1. Posa in opera delle fotocellule, esterne ed interne, alle paline o staffe predisposte, compresi gli allacciamenti elettrici.
2. Fornitura in opera, su palina predisposta e su piedritto in galleria, di staffe in acciaio zincato a caldo per il fissaggio delle fotocellule esterne e interne; tasselli, viteria e bulloneria dovranno essere in acciaio inossidabile.
3. Sigillatura delle asole cavi elettrici e telefonici dello shelter con poliuretano espanso della SARATOGA, WORTH, o similari.

## INDICE

### G – Impianti di illuminazione esterna

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. PRESCRIZIONI GENERALI .....</b>	<b>5</b>
<b>4. MATERIALI DI FORNITURA DELL'APPALTATORE .....</b>	<b>6</b>
4.1 CASSETTE A PIANTANA IN LEGA DI ALLUMINIO IP 55 – SERIE RP .....	6
4.2 CANDELABRI PER I CORPI ILLUMINANTI .....	6
4.2.1 <i>Caratteristiche costruttive generali</i> .....	6
4.2.2 <i>Caratteristiche meccaniche del materiale</i> .....	6
4.2.3 <i>Tolleranze di fabbricazione</i> .....	7
4.2.4 <i>Protezione</i> .....	7
4.2.5 <i>Palo della lunghezza totale di 10800 mm</i> .....	7
4.2.6 <i>Apparecchi illuminanti delle piste svincolo</i> .....	8
4.2.7 <i>Lampada</i> .....	8
<b>5. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI PALO- GUARDAVIA.....</b>	<b>9</b>
<b>6. ULTERIORI LAVORI .....</b>	<b>10</b>



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali e le modalità generali di realizzazione degli impianti di illuminazione di svincoli ed aree esterne; questa si intende integrativa degli elaborati che compongono il progetto, che risultano comunque, in caso di difformità nei contenuti, quelli che l'Appaltatore deve seguire per la realizzazione degli impianti oggetto dell'appalto.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

L'impianto di illuminazione nel suo insieme ed i suoi singoli componenti dovranno rispondere alle norme in vigore e, in particolare:

- Norme UNI 10819 “Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”;
- Norme UNI 11248 “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- Norma UNI EN 13201-2 “Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali”;
- Norme CEI EN 60598-1 (34-21) “Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni Generali e Prove”;
- Norme CEI EN 60598-2-1 (34-23) “Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Apparecchi fissi per uso generale”;
- Norme CEI EN 60598-2-3 (34-33) “Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Sezione 3: Apparecchi per Illuminazione Stradale”;
- Norme CEI EN 60598-2-5 (34-30) “Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Sezione 5: Proiettori”;
- Norme CEI EN 60662 (34-24) “Lampade a vapori di sodio ad alta pressione”;
- Norme CEI EN 60923 (34-49) “Ausiliari per le lampade - Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) - Prescrizioni di prestazione”;
- Norme CEI EN 60927 (34-47) “Ausiliari per le lampade - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Prescrizioni di prestazione”;
- Norme CEI EN 61048 (34-63) “Ausiliari per lampade - Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica - Prescrizioni generali e di sicurezza”;
- Norme CEI EN 61049 (34-64) “Condensatori per uso in circuiti con lampade fluorescenti tubolari ed altre lampade a scarica - Prescrizioni di prestazione”;
- Norme CEI EN 61167 (34-82) “Lampade ad alogenuri metallici”;
- Norme CEI EN 61347-1 (34-90) “Unità di alimentazione di lampada - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza”;
- Norme CEI EN 61347-2-1 (34-91) “Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (escluso gli starter a bagliore)”;
- Norme CEI EN 61347-2-9 (34-100) “Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-9: Prescrizioni particolari per alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti)”;
- Norme CEI EN 61547 (34-75) “Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC”;
- Norme CEI EN 62035 (34-89) “Lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti) - Prescrizioni di sicurezza”;



- Norme UNI ISO 2859 “Procedimenti di campionamento nell’ispezione per attributi”;
- D.Lgs. 25 novembre 1996 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione” e s.m.i.;
- D.Lgs. n° 194 del 6 novembre 2007 “Attuazione della direttiva 2004/108/CE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE”.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell’installazione.

Le indicazioni di tipi e marche commerciali sono da intendere come dichiarazione di caratteristiche tecniche.

Sono ammessi altri tipi e marche purché equivalenti su dimostrazione del fornitore, che dovrà essere scritta e accompagnata da documentazione del costruttore.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. PRESCRIZIONI GENERALI

Gli impianti dovranno essere realizzati a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni della vigente normativa antinfortunistica e di buona tecnica, nonché secondo le disposizioni ed indicazioni fornite dalla Direzione Lavori; in particolare, devono essere resi interamente finiti, completi e perfettamente funzionanti nell'insieme ed in ogni loro parte, anche accessoria.

Tutti i materiali e le apparecchiature forniti dall'Impresa, da impiegare nell'esecuzione dei lavori, dovranno presentare tutte le migliori qualità di solidità, durata, isolamento e buon funzionamento; quindi, fra l'altro, dovranno essere in grado di resistere validamente alle azioni elettriche, meccaniche, chimiche, termiche e corrosive alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutto il materiale metallico utilizzato dovrà essere zincato a caldo.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, venga meno la zincatura, la protezione del materiale deve essere ripristinata ed assicurata con opportuno trattamento a base, ad esempio, di catramina od asfalto liquido, secondo le disposizioni della D.L.; la prova delle zincature avverrà con il procedimento normalizzato UNI, su campioni prelevati a richiesta ed a scelta della D.L., dal materiale a piè d'opera prima della installazione.

## 4. MATERIALI DI FORNITURA DELL'APPALTATORE

### 4.1 *Cassette a piantana in lega di alluminio IP 55 – SERIE RP*

Le cassette a piantana saranno in lega di alluminio anticorrosiva GALSI 13 – EN 1706 AC – 44100 DF pressocolata; le guarnizioni saranno in gomma neoprene alveolare a cellule chiuse.

Il coperchio sarà incernierato, con chiusura mediante pomelli a vite antiperdenti in ottone, operanti su inserti in ottone e con serratura di sicurezza a cifratura unica (Y21); sarà consentita la possibilità di rapido smontaggio e montaggio (solo con cassetta aperta) del coperchio, per agevolare operazioni di cablaggio e manutenzione.

La piastra di fondo sarà in lamiera di acciaio prezinccata; il telaio d'ancoraggio sarà in acciaio zincato a caldo con bulloneria in acciaio inox AISI 304.

La protezione delle superfici esterne ed interne sarà effettuata con vernice epossidica colore grigio RAL 7000.

L'entrata e l'uscita dei cavi avverrà dall'interno del basamento.

La costruzione sarà adatta ad installazione all'esterno, ovunque non si disponga di un appoggio fisso, come su viali, piazze, marciapiedi, ecc.; il telaio di ancoraggio in dotazione favorisce una razionale e ben livellata posa della colonnina sul getto di base.

Grado di protezione: IP 55, secondo CEI EN 60529, IK 10 secondo CEI EN 50102.

### 4.2 *Candelabri per i corpi illuminanti*

#### 4.2.1 *Caratteristiche costruttive generali*

I sostegni devono essere ottenuti, mediante procedimento di laminazione a caldo, da tubi in acciaio saldati E.R.W. UNI 7091/72.

Il processo di laminazione a caldo dei pali deve essere del tipo automatico a controllo elettronico, ad una temperatura di circa 700°C.

La saldatura longitudinale dei tubi deve essere almeno della II° classe (DM 14/02/92) a completa penetrazione; la stessa deve soddisfare le prove di qualifica mediante la certificazione della Casa Produttrice del tubo, che ne attesti la conformità alle Norme UNI 7091/72.

#### 4.2.2 *Caratteristiche meccaniche del materiale*

I sostegni devono essere realizzati impiegando esclusivamente tubo in acciaio calmato del tipo S 275 UNI EN 10025, con le seguenti caratteristiche minime:

- carico unitario di resistenza a trazione:  $\geq 410 \div 560 \text{ N/mm}^2$ ;
- carico unitario di snervamento:  $\geq 275 \text{ N/mm}^2$ ;

- allungamento dopo rottura:  $\geq 22\%$ .

#### 4.2.3 Tolleranze di fabbricazione

Il processo di laminazione a caldo con macchina automatica a controllo elettronico deve consentire le seguenti tolleranze massime:

- sul diametro esterno:  $\pm 3\%$ ;
- sullo spessore:  $\pm 0,3$  mm;
- sulla lunghezza totale:  $\pm 50$  mm;
- sulla rettilineità: 0,3 %.

#### 4.2.4 Protezione

I sostegni dovranno essere protetti esclusivamente mediante zincatura a caldo, internamente ed esternamente, per immersione in bagno di zinco fuso, in accordo con la Norme UNI EN 40/4.

#### 4.2.5 Palo della lunghezza totale di 10800 mm

Il palo tubolare conico in acciaio zincato a caldo, della lunghezza totale di 10800 mm, avrà le caratteristiche sottoindicate:

- diametro esterno alla base 168 mm,
- diametro esterno in sommità 60 mm per una lunghezza di 120 mm,
- spessore 4 mm,
- altezza fuori terra 10000 mm,
- altezza totale 10800 mm,

con le lavorazioni in appresso descritte:

- asola ingresso cavi 46 x 186 mm.;
- asola per ingresso cassetta 200 x 70 mm.;
- piastrine di messa a terra, con foro atto a contenere un bullone in acciaio inox avente diametro 10 mm, ubicate:
  - all'interno del palo, in corrispondenza dell'asola di ingresso cassetta;
  - all'esterno del palo ed ortogonale rispetto alle asole sopraccitate.

Le disposizioni delle piastrine di cui sopra vengono indicate nel disegno allegato.

Nell'impossibilità di ottenere alla sommità il diametro richiesto, si potrà ricorrere ad una basatura sulla testata di un raccordo del diametro di 60 mm, di lunghezza complessiva sporgente di 120 mm.

#### 4.2.6 *Apparecchi illuminanti delle piste svincolo*

Armatura stradale tipo GIOVI SAP-T 250, od equivalente, completa di unità elettrica per lampada vapori di sodio alta pressione da 250 W, costituita come appresso precisato.

- Alimentazione 230 V - 50 Hz, cos 0,90; cablaggio con cavetto flessibile capicordato con puntali in ottone stagnato ad innesto rapido, in doppio isolamento al silicone sezione 1,0 mmq. Morsettiera 2P con massima sezione dei conduttori annessa 2,5 mmq;
- Classe isolamento II;
- Corpo in alluminio pressofuso;
- Copertura in alluminio pressofuso, con gancio di chiusura in acciaio inox con dispositivo di sicurezza;
- Diffusore in vetro temperato dello spessore di 5 mm resistente agli shock termici ed agli urti (prove UNI EN 12150-1:2001);
- Riflettore con ottica antinquinamento luminoso, in alluminio 99,85% stampato ossidato anodicamente e brillantato;
- Verniciatura corpo colore grigio grafite e copertura a polvere poliestere colore argento sabbato, resistenza alla corrosione e alle nebbie saline (UNI ISO 9227);
- Cablaggio posto su piastra asportabile con connettori rapidi per il collegamento della linea e del bicchiere portalampada. Con filtro anticondensa.
- Durante la manutenzione la copertura rimane agganciata mediante dispositivo contro la chiusura accidentale. Attacco con scala goniometrica di regolazione del corpo e sezionatore di serie;
- Grado di protezione: IP 66 per il vano ottico, IP 43 per il vano unità elettrica;
- Montaggio sia a testa palo, sia a sbraccio senza accessori opzionali, con la possibilità di regolazione dell'angolo di inclinazione dell'apparecchio; diametro dei pali 45 ÷ 60 mm;
- Marchio di qualità IMQ o equivalente estero;
- Costruzione in centro di produzione con certificato ISO 9001

#### 4.2.7 *Lampada*

Lampada al sodio alta pressione da 250 W, tipo SON - T Plus 250



## **5. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI PALO-GUARDAVIA**

Sono a carico dell'Appaltatore l'esecuzione in opera collegamenti equipotenziali palo - guardavia.



## 6. ULTERIORI LAVORI

Di seguito, si riportano le descrizioni di ulteriori lavori che l'impresa dovrà eseguire.

1. Posa in opera degli interruttori crepuscolari.
2. Sigillatura delle asole cavi elettrici con poliuretano espanso della SARATOGA, WORTH, o similari.

## INDICE

### H – Cavi elettrici e vie cavi

<b>1. OGGETTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3. CAVI ELETTRICI</b> .....	<b>5</b>
3.1    GENERALITÀ.....	5
3.2    CAVI DI MEDIA TENSIONE.....	5
3.2.1    Caratteristiche dei cavi.....	5
3.2.2    Terminali elastici per cavi MT.....	5
3.3    CAVI DI BASSA TENSIONE.....	6
3.3.1    Scelta del tipo di cavi.....	6
3.3.2    Cavi di potenza.....	6
3.3.3    Cavi di segnalazione.....	8
3.4    PROVE DEI CAVI.....	11
3.4.1    Cavi di media tensione.....	11
3.4.2    Cavi di bassa tensione.....	11
3.4.3    Prova di collaudo e test di accettazione dei cavi a fibra ottica.....	11
3.5    POSA DEI CAVI.....	12
3.5.1    Scelta e dimensionamento.....	12
3.5.2    Identificazione dei cavi.....	13
3.5.3    Modalità di posa dei cavi.....	13
3.5.4    Protezione elettrica delle condutture.....	16
3.5.5    Protezioni passive dei cavi.....	17
<b>4. VIE CAVI</b> .....	<b>18</b>
4.1    CUNICOLI PER CAVI.....	18
4.2    PASSERELLE O CANALE PORTACAVI.....	18
4.2.1    Generalità.....	18
4.2.2    Passerelle in galleria stradale.....	19
4.2.3    Passerelle non in galleria stradale.....	20
4.3    TUBAZIONI PORTACAVI.....	21
4.3.1    Caratteristiche delle tubazioni.....	21
4.3.2    Posa delle tubazioni.....	23
4.4    CASSETTE DI DERIVAZIONE, GIUNZIONE E SMISTAMENTO CAVI.....	25
4.4.1    Generalità.....	25
4.4.2    Cassette normali.....	26
4.4.3    Cassette stagne.....	26
4.4.4    Cassette multiservizi.....	26



4.4.5	<i>Cassette porta presa.....</i>	26
4.4.6	<i>Cassette incassate nel calcestruzzo.....</i>	26



## **1. OGGETTO**

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali dei cavi elettrici, delle vie cavi entro cui sono posati e delle modalità di posa.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Il cavi e le vie cavi oggetto della fornitura saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità alle norme in vigore e, in particolare:

- Norme CEI e CEI UNEL del Comitato Tecnico CT20 “Cavi per energia”;
- Norme CEI e CEI EN del Comitato Tecnico CT23 “Apparecchiatura a bassa tensione”;
- Norme CEI del Comitato Tecnico CT64 “Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione”;
- Norme UNI applicabili.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell’installazione.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. CAVI ELETTRICI

#### 3.1 Generalità

Tutti i cavi ed i conduttori impiegati saranno prodotti da primaria casa, risponderanno alle prescrizioni costruttive stabilite dalle norme CEI ed alle unificazioni dimensionali e di colore dei conduttori stabilite nelle tabelle UNEL; sulla guaina esterna sarà riportato il marchio IMQ, laddove previsto il rilascio di detto marchio.

#### 3.2 Cavi di media tensione

##### 3.2.1 Caratteristiche dei cavi

I cavi di media tensione da impiegare saranno di qualità RG7H1OR 12/20 kV; saranno costituiti da:

- conduttore in corda rotonda compatta di rame rosso;
- semiconduttivo interno in elastomerico estruso;
- isolamento con mescola di gomma ad alto modulo G7;
- semiconduttivo esterno in elastomerico estruso pelabile a freddo;
- schermo a nastri di rame su ogni anima;
- riempitivo in materiale non igroscopico;
- guaina esterna in PVC, di qualità Rz, colore rosso.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-13 e 20-35; avranno grado di isolamento 32, tensione nominale 12/20 kV.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 90°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 250°C.

##### 3.2.2 Terminali elastici per cavi MT

Le terminazioni dei cavi di media tensione saranno del tipo elastico modulare per interni, adatte per ambienti ad elevato grado d'inquinamento o spazi ridotti.

Saranno costituite da kit di tre terminazioni unipolari, contenenti due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante), più una serie di isolatori di ridotte dimensioni, idonei per grado di isolamento non inferiore a 32; l'installazione prevederà un sistema di infilaggio elastico a freddo, senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore.

### 3.3 Cavi di bassa tensione

#### 3.3.1 Scelta del tipo di cavi

La scelta tra i vari tipi costruttivi di cavi dipende dal luogo e dalle modalità di installazione; i criteri di selezione adottati sono i seguenti:

1. cavi posati anche parzialmente in galleria stradale, alimentanti circuiti non vitali: cavi a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37), idonei in ambienti a rischio d'incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi;
2. cavi posati anche parzialmente in galleria stradale, alimentanti circuiti vitali: cavi a bassissima emissione di fumi e gas tossici e resistenti al fuoco, secondo Norme CEI 20-45, destinati per impianti che richiedono i massimi requisiti di sicurezza nei confronti degli incendi;
3. conduttori di protezione ed equipotenziali installati in galleria stradale: conduttori isolati a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37);
4. cavi posati nei cunicoli sotto la galleria stradale, distribuzione in cabina, collegamenti ad apparecchiature esterne: cavi a non propaganti l'incendio, secondo Norme CEI 20-22 II, e ridotta emissione di fumi e gas tossici, secondo Norme CEI 20-37/2;
5. cavi per collegamenti agli utilizzatori finali, non installati in galleria stradale, infilati in tubazioni o conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali: conduttori isolati non propaganti l'incendio, secondo Norme CEI 20-22 II, e ridotta emissione di fumi e gas tossici, secondo Norme CEI 20-37/2;
6. cavi per segnalazioni, con comportamento al fuoco coerente con il luogo di utilizzo, ma schermati, se in rame.

#### 3.3.2 Cavi di potenza

##### 3.3.2.1 Cavi FG7(O)M1 0,6/1 kV

Per rispondere alle condizioni di posa indicate nel precedente paragrafo alla posizione 1), si utilizzeranno cavi di qualità FG7(O)M1 0,6/1 kV, aventi le seguenti caratteristiche:

- conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo, che conferisca al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche;
- guaina termoplastica speciale di qualità M1, colore verde.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-11, 20-13, 20-22 III, 20-34, 20-35, 20-37, 20-38 e 20-52; avranno grado di isolamento 4, tensione nominale 0,6/1 kV.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 90°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 250°C.

### 3.3.2.2 Cavi FTG10(O)M1 0,6/1 kV

Per rispondere alle condizioni di posa indicate nel precedente paragrafo alla posizione 2), si utilizzeranno cavi di qualità FTG10(O)M1 0,6/1 kV, aventi le seguenti caratteristiche:

- conduttore in corda flessibile di rame rosso;
- isolante in elastomerico reticolato di qualità G10;
- guaina termoplastica speciale di qualità M1, colore azzurro.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-11, 20-13, 20-22 III, 20-34, 20-35, 20-36, 20-37, 20-38 e 20-45; avranno grado di isolamento 4, tensione nominale 0,6/1 kV.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 90°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 250°C.

### 3.3.2.3 Cavi N07G9-K

Per rispondere alle condizioni di posa indicate nel precedente paragrafo alla posizione 3), si utilizzeranno conduttori di qualità N07G9-K, aventi le seguenti caratteristiche:

- conduttore in corda flessibile di rame rosso;
- isolante in elastomerico reticolato di qualità G9.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-11, 20-19, 20-22 III, 20-34, 20-35, 20-37 e 20-38; avranno grado di isolamento 3, tensione nominale 450/750 V.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 90°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 250°C.

### 3.3.2.4 Cavi FG7(O)R 0,6/1 kV

Per rispondere alle condizioni di posa indicate nel precedente paragrafo alla posizione 4), si utilizzeranno cavi di qualità FG7(O)R 0,6/1 kV, aventi le seguenti caratteristiche:

- conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo, che conferisca al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche;
- guaina in PVC speciale di qualità Rz, colore grigio.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-11, 20-13, 20-22 II, 20-34, 20-35, 20-37/2 e 20-52; avranno grado di isolamento 4, tensione nominale 0,6/1 kV.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 90°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 250°C.

### 3.3.2.5 Cavi N07V-K

Per rispondere alle condizioni di posa indicate nel precedente paragrafo alla posizione 5), si utilizzeranno conduttori di qualità N07V-K, aventi le seguenti caratteristiche:

- conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in PVC di qualità R2.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-11, 20-20, 20-22 II, 20-34, 20-35, 20-37/2 e 20-52; avranno grado di isolamento 3, tensione nominale 450/750 V.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 70°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 160°C.

### 3.3.2.6 Giunti rapidi in gel

Per le alimentazioni dell'impianto luce in galleria, per motivi di caduta di tensione, la sezione dei cavi in arrivo è di grandezza elevata, mentre i terminali degli apparecchi sono di dimensioni limitate; pertanto, è necessario effettuare nelle passerelle la giunzione tra il cavo in arrivo e quello, di dimensioni molto inferiori, dello stacco.

Per queste giunzioni, la soluzione prevista è il giunto di tipo rapido in gel; le sue caratteristiche tecniche saranno:

- rispondenza alle Norme CEI 20-33;
- giunto completo di involucro in materiale isolante;
- autoestinguento e non propagante l'incendio, secondo CEI 20-35, IEC 332-1, CENELEC HD 405-1 e UL-94;
- prestazioni elettriche secondo le Norme CEI 20-33 e AINSI C119;
- classe d'isolamento II
- grado di protezione stagno all'immersione in acqua;
- connessioni riaccessibili anche dopo lunghi periodi di esercizio.

Inoltre, lo stacco ai corpi illuminanti in galleria prevedrà un collegamento con presa e spina.

## 3.3.3 Cavi di segnalazione

### 3.3.3.1 Cavi FG7OH2M1 0,6/1 kV

Per rispondere alle condizioni di posa dei cavi per segnalazioni indicate in precedenza paragrafo alla posizione 1), si utilizzeranno cavi di qualità FG7OH2M1 0,6/1 kV, aventi le seguenti caratteristiche:

- conduttori in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;

- isolante in gomma HEPR ad alto modulo, che conferisca al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche; le anime dei cavi per segnalamento sono nere, numerate ed è previsto il conduttore di terra giallo/verde;
- schermatura costituita da treccia di rame rosso;
- guaina termoplastica speciale di qualità M1, colore verde.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-11, 20-13, 20-22 III, 20-34, 20-35, 20-37, 20-38 e 20-52; avranno grado di isolamento 4, tensione nominale 0,6/1 kV.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 90°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 250°C.

### 3.3.3.2 Cavi FROH2R

Per rispondere alle condizioni di posa dei cavi per segnalazioni indicate in precedenza paragrafo alla posizione 4), si utilizzeranno cavi di qualità FROH2R, aventi le seguenti caratteristiche:

- conduttori in corda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in PVC di qualità TI1;
- schermatura costituita da treccia di rame rosso;
- guaina in PVC di qualità TM2, colore grigio.

Saranno rispondenti alle Norme CEI 20-11, 20-20, 20-22 II, 20-34 e 20-35; avranno grado di isolamento 3, tensione nominale 450/750 V.

La temperatura caratteristica dell'isolante è 70°C, mentre la temperatura massima di corto circuito varrà 160°C.

### 3.3.3.3 Cavo in fibra ottica multimodale

I cavi in fibra ottica multimodale 62,5/125  $\eta$ m saranno in accordo con la raccomandazione CCITT G651; saranno ordinariamente utilizzati per il collegamento delle telecamere.

Le caratteristiche ottiche sono:

- fibra 62,5/125  $\eta$ m;
- attenuazione a 850 nm < 3,2 dB/km;
- attenuazione a 1300 nm < 1,0 dB/km;
- larghezza di banda a:
  - 850 nm < 160 MHz km,
  - 1300 nm < 500 MHz km;
- apertura numerica 0,275  $\pm$  10  $\eta$ m.

Le caratteristiche geometriche sono:

- diametro del nucleo  $62,5 \pm 3 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- diametro del rivestimento  $125 \pm 3 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- errore di concentricità del nucleo / rivestimento  $< 3 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- deviazione della concentricità del nucleo  $< 6\%$ ;
- deviazione della circolarità del rivestimento  $< 2\%$ ;
- diametro del rivestimento  $245 \pm 10 \text{ }\mu\text{m}$ .

#### 3.3.3.4 Cavo in fibra ottica monomodale

I cavi in fibra ottica monomodali  $9/125 \text{ }\mu\text{m}$  saranno in accordo con la raccomandazione CCITT G651; saranno ordinariamente utilizzati per la trasmissione dati.

Le caratteristiche ottiche sono:

- fibra  $9/125 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- attenuazione a 850 nm  $< 0,5 \text{ dB/km}$ ;
- attenuazione a 1300 nm  $< 0,3 \text{ dB/km}$ ;
- dispersione totale misurata a:
  - 1285 - 1300 nm  $\leq 3,4 \text{ ps/ }\mu\text{m km}$ ,
  - 1525 - 1875 nm  $\leq 20 \text{ ps/ }\mu\text{m km}$ ;
- lunghezza onda di taglio  $1130 - 1280 \text{ }\mu\text{m}$ .

Le caratteristiche geometriche sono:

- diametro del nucleo  $9,6 \pm 3 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- diametro del rivestimento  $125 \pm 2 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- errore di concentricità del nucleo / rivestimento  $< 1 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- deviazione della circolarità del rivestimento  $< 2\%$ ;
- diametro del rivestimento  $245 \pm 10 \text{ }\mu\text{m}$ .

#### 3.3.3.5 Cavi per collegamenti seriali e reti locali

I cavi per collegamenti seriali e reti locali dovranno essere ad una o più coppie, secondo gli schemi e le modalità di collegamento proprie delle apparecchiature approvvigionate.

I conduttori dovranno essere a trefoli 24 AWG; dovranno avere rivestimento esterno in PVC cromo, con impedenza nominale  $100 \text{ }\Omega$  e capacità nominale  $40 \text{ pF/m}$ .

I conduttori dovranno essere in rame stagnato, con smalto isolante tipo Datalene o similare; dovranno avere la schermatura interna di tipo chiuso in alluminio e poliestere ed essere corredati dei connettori di collegamento terminale alle apparecchiature, per collegamenti RS 232/V.24 e RS 422.

### 3.4 Prove dei cavi

#### 3.4.1 Cavi di media tensione

Le prove previste sui cavi di media tensione sono:

1. verifica dimensionale;
2. prove di alta tensione su tutte le pezzature;
3. prova alle scariche parziali;
4. misura dell'angolo di perdita;
5. misura della resistenza di isolamento;
6. prova di piegatura.

#### 3.4.2 Cavi di bassa tensione

I collaudi previsti consistono nelle prove di accettazione indicate dalle norme CEI da effettuarsi nello stabilimento di produzione.

Le prove previste sui cavi di bassa tensione sono:

7. verifica dimensionale;
8. prove di continuità elettrica dei conduttori;
9. prove di isolamento tra i conduttori e tra i conduttori e la terra;
10. prove di rigidità dielettrica degli isolamenti;
11. prove di resistenza dei conduttori.

#### 3.4.3 Prova di collaudo e test di accettazione dei cavi a fibra ottica

Tutti i cavi in fibra ottica saranno soggetti ad una serie finale di test e prove di collaudo in fabbrica, definiti come "test finali di spedizione"; dovranno essere realizzate le seguenti prove:

- prova di percussione su un campione per lotto: l'energia d'urto che il cavo deve assorbire, senza che si producano variazioni permanenti di attenuazione, deve essere di almeno 30J; per valori di energia pari a 50J, non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (riferimento Raccomandazioni CCITT G652);
- prova di schiacciamento su un campione per lotto: deve essere possibile sottoporre il cavo, senza che si verifichino variazioni permanenti di attenuazione, ad un carico di almeno 1200 daN / 100 mm; per valori di carico pari a 2300 daN, non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (riferimento Norme IEC 794-1);
- prova di tiro su un campione per lotto: il cavo, mediante i suoi elementi di trazione centrale e periferico, deve essere sottoposto a trazione, con un carico di 50 daN, senza provocare allungamenti elastici delle fibre superiori allo 0,05% e allungamenti elastici del cavo superiori allo 0,25%;

- raggio di curvatura su un campione per lotto: deve essere possibile curvare il cavo, senza che si riscontrino variazioni permanenti di attenuazione, fino ad un raggio di curvatura pari a 20 volte il diametro esterno del cavo;
- prove climatiche su un campione per lotto: l'attenuazione delle fibre ottiche a  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+40^{\circ}\text{C}$ , verificata mediante OTDR (riflettore ottico), non dovrà discostarsi, dai valori misurati a temperatura ambiente, nell'ambito delle tolleranze e degli errori dello strumento di misura; nel campo di temperature  $-20^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ , gli incrementi di attenuazione dovranno, comunque, risultare inferiori a 0,10 dB/km (riferimento Norme IEC).

L'Appaltatore, in sede di accettazione dei materiali, dovrà produrre le prove di tipo dei cavi e la rispondenza della produzione alle prestazioni sopra indicate; in sede di fornitura, le prestazioni dovranno essere confermate sulla campionatura della partita approvvigionata.

### **3.5 Posa dei cavi**

#### *3.5.1 Scelta e dimensionamento*

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria sono adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V; quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando, sono adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti per tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

I conduttori di neutro e protezione sono contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Nel dimensionamento dei cavi non saranno superate le seguenti condizioni operative:

- che un cavo si trovi a convogliare una corrente superiore a quella corrispondente alla sua portata, definita dalla massima temperatura di funzionamento stabilita dalle norme ( $70^{\circ}\text{C}$  per il PVC,  $90^{\circ}\text{C}$  per la gomma) e dalle condizioni di posa ed ambientali;
- che la caduta di tensione totale fra l'inizio delle reti a bassa tensione e gli utilizzatori più lontani superi, per la presenza del tratto di linea di cui sopra, il valore prescritto del 4%, salvo diversa specificazione.

I cavi di potenza di ogni formazione e sezione saranno del tipo non propagante la fiamma a norme CEI 20-22/II; se posati entro passerelle o canalette senza coperchio, saranno provvisti di guaina esterna in materiale termoplastico.

Non saranno impiegati conduttori isolati singolarmente o facenti parte di cavi multipolari con sezione inferiore a:

- $0,5 \text{ mm}^2$  per circuiti di segnalazione e telecomando;
- $1,5 \text{ mm}^2$  per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kVA;

- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione, con o senza prese a spina, per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kVA e inferiore o uguale a 3,6 kVA;
- 4 mm<sup>2</sup> per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kVA.

La sezione minima dei conduttori neutri non è inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 25 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 25 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 3.1.0.7 delle norme CEI 64-8.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non sarà inferiore a quella indicata dalle norme CEI 64-8.

Nelle cassette di derivazione e nei quadri, i terminali dei conduttori saranno contraddistinti da fascette numerate in materiale plastico colorato per contrassegnare i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore.

Per i collegamenti ai quadri ed alle apparecchiature saranno impiegati terminali a capocorda del tipo e delle dimensioni adeguate per la sezione dei conduttori.

### 3.5.2 Identificazione dei cavi

Ogni cavo deve essere provvisto di apposito cartellino d'identificazione, del tipo adatto per la stampigliatura a macchina dei dati, quali codice, tipo, formazione e sezione.

I cartellini devono essere applicati:

- alle due estremità del cavo;
- in corrispondenza dei pozzetti rompitratta;
- nelle vie cavi in passerella, ogni 50 m circa.

Il colore delle guaine per i circuiti a 400/230 V 50 Hz sarà:

- fase R (L1) marrone;
- fase S (L2) grigio;
- fase T (L3) nero;
- neutro N blu chiaro;
- conduttore di protezione PE giallo - verde.

I conduttori di fase e di neutro, per l'illuminazione in galleria, devono essere identificati con nastratura colorata in corrispondenza delle derivazione e, comunque, ogni 25 m.

### 3.5.3 Modalità di posa dei cavi

I conduttori saranno sempre protetti e salvaguardati meccanicamente; tali protezioni possono essere costituite da:

- condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile;

- tubi PVC o metallici per canalizzazioni esposte, interrate o sotto traccia;
- canalette porta cavi;
- passerelle.

I cavi saranno posati senza alcuna giunzione intermedia. Nei casi in cui le tratte senza interruzione superassero le pezzature allestite dai costruttori, le giunzioni e le derivazioni saranno eseguite in cassette con morsetti di sezione adeguata o con giunzioni diritte; cassette e giunzioni saranno sempre ubicate in luoghi facilmente accessibili.

L'ingresso dei cavi nelle cassette di transito e di derivazione sarà sempre eseguito a mezzo di appositi raccordi pressacavo oppure passatubo; in prossimità di ogni ingresso o all'interno della cassetta, saranno apposti anelli d'identificazione del cavo, coincidenti con le indicazioni dei documenti di progetto, per l'identificazione del circuito e del servizio al quale il cavo appartiene.

Le raccomandazioni di posa dettate dal costruttore relativamente a temperature di posa, raggi di curvatura, tiri di infilaggio saranno rispettate con attenzione; i cavi appartenenti a circuiti a tensioni nominali diverse saranno tenuti fisicamente separati lungo tutto il loro percorso.

Durante le operazioni di installazione dei cavi, la loro temperatura, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a 0°C, o comunque al valore indicato dal Costruttore; questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente.

Quindi, se i cavi sono rimasti a lungo a bassa temperatura, occorrerà che siano fatti stazionare in ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 0°C per un congruo numero di ore e posati entro un tempo tale che la temperatura della guaina non scenda sotto detto valore.

In particolare, nelle canalizzazioni interrate nelle gallerie, i cavi di potenza, di maggiore dimensione devono essere posati nei tubi inferiori, ad esaurimento della capacità del tubo.

Gli allacciamenti terminali dei cavi di potenza, comando e controllo devono essere eseguiti con capicorda a compressione, messi in opera con apposite pinzatrici, montati a diretto contatto con il primo strato di isolante, in modo da non lasciare scoperti tratti di conduttore nudo.

I cavi multipolari all'entrata dei quadri devono essere sguainati per una lunghezza sufficiente, in modo da permettere ai singoli conduttori di raggiungere i rispettivi morsetti; devono essere assicurati, con apposite fascette, a un profilato di sostegno, in modo che il peso del cavo stesso non venga ad essere sostenuto dai singoli conduttori e dai morsetti.

I conduttori isolati senza guaina devono essere raccolti in mazzi o in canaline e sistemati in modo tale da collegarsi alle morsettiere in maniera ordinata.

Quando gli attacchi terminali (in sbarra o morsetto) di macchine o apparecchiature non sono sufficientemente dimensionati per ricevere i cavi di alimentazione previsti a

progetto, si deve provvedere alla costruzione e posa in opera di adattatori in sbarra di rame (squadre, prolunghe, ecc.) ed eventuali cassette di contenimento con raccordi per tubi di protezione, in modo da realizzare le migliori condizioni di sicurezza del collegamento.

La disposizione dei cavi deve essere tale da permettere il fissaggio dei cartellini di identificazione in modo da consentire una comoda lettura.

Dove prevista, la schermatura dei cavi deve essere collegata, se non diversamente indicato, a terra ad una sola estremità con apposito cordoncino.

### 3.5.3.1 Posa in passerella o canaletta

I cavi posati sulle passerelle saranno fissati a queste mediante legature che mantengono fissi i cavi nella loro posizione; in particolare sui tratti verticali ed inclinati delle passerelle, le legature saranno più numerose ed adatte a sostenere il peso dei cavi stessi.

I cavi saranno disposti il più possibile in modo rettilineo e sufficientemente distanziati fra loro, in modo che sia assicurata in ogni caso una ventilazione adeguata; se posati entro passerelle o canalette senza coperchio, saranno provvisti di guaina esterna in materiale termoplastico.

### 3.5.3.2 Posa in tubazioni

Il diametro interno dei tubi sarà pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande, da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Il diametro esterno non sarà inferiore a 16 mm.

Qualora si preveda l'esistenza di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi sono protetti da tubi distinti e fanno capo a cassette separate; i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi saranno divisi con diaframmi non amovibili, se non a mezzo di attrezzo.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente.

### NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI

(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

Diametro esterno/ Diametro interno [mm]	Sezione dei cavi in mm <sup>2</sup>							
	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
16/11,7	(7)	(4)	4	2				
20/15,5		(9)	7	4	4	2		
25/19,8		(12)	9	7	7	4	2	1

Diametro esterno/ Diametro interno [mm]	Sezione dei cavi in mm <sup>2</sup>							
	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
<b>32/26,4</b>				12	9	7	7	3

Ogni volta che si eseguirà una derivazione od uno smistamento di conduttori, o qualora per l'infilaggio dei cavi lo richiedano le dimensioni o la larghezza di un tratto di tubazione, si farà ricorso ai pozzetti od alle cassette, affinché i conduttori contenuti nella tubazione siano agevolmente sfilabili.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare; tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni m 25 circa, se in rettilineo;
- ogni m 12 circa, se con interposta una curva.

### 3.5.3.3 Collegamento agli utilizzatori

Il collegamento agli utilizzatori dovrà essere eseguito con il grado di protezione previsto per ciascun ambiente; i collegamenti ai motori presentano un grado di protezione minimo non inferiore a IP44.

L'allacciamento dei motori prevede un tratto di tubazione flessibile di diametro adeguato alla sezione dei cavi connesso, con pezzi speciali filettati, connesso, da un lato, alla cassetta del motore e, dall'altro, al tubo rigido o alla cassetta, se esiste, del sezionamento di potenza.

Le utenze come quadri, cassette, ecc. saranno collegate attestando all'utilizzatore la tubazione o la canaletta portacavi mediante la normale raccorderia che ne consente lo smontaggio.

### 3.5.4 Protezione elettrica delle condutture

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi è effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8; in particolare, i conduttori sono scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore, o almeno uguale, alla corrente di impiego ( $I_b$ ), valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione hanno una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ); in tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$I_f \leq 1,45 I_z$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici interrompono le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose, secondo la relazione  $I^2t \leq K^2S^2$ ; essi hanno un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia possibile impiegare un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione; in questo caso, le caratteristiche dei due dispositivi sono coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2t$ , lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Per alcuni circuiti particolari vanno rispettate le seguenti avvertenze:

1. devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
2. devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi, nei quali si applicano le prescrizioni valide per la zona 3 dei bagni;
3. devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW.

### 3.5.5 Protezioni passive dei cavi

A fine lavori, tutte le feritoie, aperture, cabalette o passerelle, tubi per cavi entranti in cabina e nei pozzetti rompitratta e derivazione all'interno delle gallerie, dovranno essere opportunamente sigillate con schiuma poliuretanicca monocomponente della WURT, HILTI, SARATOGA, o prodotto equivalente, da impiegare secondo le modalità descritte dal costruttore, al fine di evitare l'ingresso di acqua, roditori, insetti, ecc.; laddove non sia possibile limitare l'ingresso dei roditori, dovranno essere utilizzati cavi con rivestimento esterno antiroditore.

I coperchi delle canalette dovranno essere resi solidali alle stesse mediante fascette in acciaio inossidabile, da fornire in opera ogni 2 m.

Nelle cabine elettriche e negli attraversamenti della compartimentazione tra cunicoli e galleria, in corrispondenza delle nicchie di accesso al cunicolo, dovranno essere previste delle barriere tagliafiamma, realizzate con opportuno materiale intumescente; i tamponamenti dovranno essere eseguiti mediante corredi REI 120, costituiti da separatori e profili ad incastro per strutture alveolari, profondità minima 100 mm, sigillato alle estremità con due tappi e stucco intumescente.

## 4. VIE CAVI

### 4.1 Cunicoli per cavi

I cunicoli per cavi, realizzati con le opere civili, dovranno essere coperti con lamiera d'acciaio striata e zincata a caldo, fornita in opera dell'Appaltatore; queste coperture appoggeranno sul telaio predisposto nella parte civile. Il telaio dovrà essere connesso alla rete di terra a mezzo corda di rame.

Nei cunicoli, dovranno essere posate le passerelle cavi, supportate da opportune mensole.

### 4.2 Passerelle o canale portacavi

#### 4.2.1 Generalità

I singoli elementi delle passerelle o canale, nonché i pezzi speciali (raccordi a T a L, incroci, raccordi per discese, bordi terminali, divisori, coperchi, ecc.), devono essere di tipo prefabbricato, adattati eventualmente in opera

Il coperchio delle passerelle o canale deve essere del tipo smontabile ed atto a realizzare almeno il grado di protezione IP30.

Potranno essere impiegati separatori, schermi, ecc. per evitare disturbi per interferenze elettrostatiche ed elettromagnetiche.

I raggi di raccordo per i cambi di direzione devono essere ampi e tali da consentire la posa corretta dei cavi di maggior sezione; il raggio di curvatura del cavo non potrà essere inferiore a 10 volte il diametro del cavo stesso.

Nell'installazione, si deve prestare particolare cura al serraggio delle viti di giunzione tra gli elementi di passerella e di fissaggio di questi alle mensole di sostegno, in modo da garantire sia la stabilità, sia la continuità elettrica per il collegamento a terra; quest'ultima deve essere garantita fra i diversi spezzoni ed in corrispondenza dei raccordi.

I sostegni delle passerelle o canale, del tipo prefabbricato, devono essere di dimensioni adeguate e installati ad intervalli tali da garantire la stabilità della canalizzazione; devono essere fissati alle pareti, soffitto, volta o pavimento per mezzo di adeguati bulloni ad espansione.

La distanza fra i supporti, qualora non fossero indicate dal Costruttore, non devono essere superiori a:

- 1 m, per canale o passerelle di larghezze fino a 200 mm;
- 1,5 m, per canale o passerelle larghezze superiori a 200 mm.

Le passerelle e le canale non devono essere posate vicino a superfici calde (temperatura  $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ); devono, altresì, essere evitati i percorsi in prossimità di fonti di irraggiamento di calore.

Le passerelle e le canale disposte verticalmente devono essere protette fino ad un'altezza minima di 2,5 m dal pavimento da opportuni coperchi, posti in opera in modo tale a poter essere asportati tramite attrezzo; le passerelle e le canale installate all'esterno, dovranno sempre essere complete di coperchio.

#### 4.2.2 Passerelle in galleria stradale

Le passerelle installate in galleria stradale dovranno essere in acciaio inossidabile AISI 316L; gli apparecchi illuminanti saranno sostenuti dalle canale nelle quali verranno posati i cavi dei circuiti relativi.

Le principali caratteristiche dimensionali saranno:

- spessore 15/10 mm;
- larghezza 200 mm, se non diversamente specificato nei disegni;
- altezza del bordo 100 mm;
- coperchio tipo autobloccante di spessore 10/10 mm;
- completo di coperchio, curve, giunzioni, riduzioni e derivazioni.

Dovranno essere fissate alla struttura muraria della volta della galleria, mediante il seguente sistema:

1. tasselli chimici del tipo HILTI o equivalente, da impiegare secondo modalità descritte nelle istruzioni del prodotto;
2. staffa regolabile in acciaio inossidabile AISI 316L;
3. profilo portamensole in acciaio inossidabile AISI 316L di lunghezza non superiore a 200 cm;
4. mensole di sostegno della passerella da fissare al profilo portamensole, mediante idoneo sistema di bulloni e dadi in acciaio inossidabile;
5. fissaggio mediante bulloni e dadi della passerella alla mensola.

Il sistema di fissaggio alla volta della galleria dovrà essere dimensionato per un carico pulsante che, oltre al fenomeno della trazione, consideri anche la presenza delle vibrazioni e dello spostamento d'aria dovuti ai mezzi in transito.

I sistemi di assemblaggio ed i loro accessori dovranno essere forniti completi di bulloneria in numero totale da soddisfare, con il massimo carico ammissibile, la stabilità del sistema.

Il dimensionamento degli ancoraggi alla volta della galleria, nonché dei passi dei supporti, dovrà essere fatto in base al peso della struttura del sistema di canalizzazione, attrezzato delle linee in cavo e delle apparecchiature corredate degli accessori di dotazione.

Ogni 25 ÷ 30 m dovrà inoltre essere previsto un sistema di controventatura; sarà realizzato mediante un'ulteriore staffa d'acciaio inossidabile AISI 316L, da installare mediante foratura e tassello o ancorante chimico, nella quantità necessaria.

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. i calcoli di stabilità.

Qualora si verificchi, nel corso della foratura della volta, di individuare nei calcestruzzi porosità, sgretolamento o cavità all'interno della stessa, si dovrà procedere ad iniettare nel foro un ancorante chimico, della HILTI od equivalente, nella quantità necessaria e secondo le modalità prescritte dal Produttore, per ottenere un sicuro e duraturo sostegno della barra filettata, compreso il relativo carico.

Il carico da assoggettare su ogni profilo non dovrà essere inferiore a 500 kg; la prova di tenuta dovrà essere eseguita con dinamometro certificato.

Tutti gli oneri di cui sopra devono essere compresi nel prezzo a corpo offerto dall'Appaltatore.

#### 4.2.2.1 Giunti di dilatazione

Nel caso delle lunghe dorsali in passerella, soprattutto in galleria e nei cunicoli, qualora i giunti normali non permettessero le dilatazioni termiche, dovranno essere forniti in opera i giunti di dilatazione, in quantità sufficiente per consentire che le dilatazioni non inducano sollecitazioni nelle strutture; l'interdistanza tra i giunti dovrà essere stabilita dall'Appaltatore sulla base delle indicazioni del Costruttore.

Tali giunti devono essere posizionati, preferibilmente, in corrispondenza dei tratti dritti e la parte fissa del giunto deve cadere il più possibile vicino ad un aggancio in volta; il lato mobile del giunto deve essere posto dal lato dell'imbocco del fornice.

Il giunto e la bulloneria devono essere in acciaio inossidabile AISI 316L.

#### 4.2.2.2 Prove e collaudi

Vista la notevole quantità di passerelle e canale da fornire in opera, prima della fornitura, l'Appaltatore dovrà installare, sperimentalmente, un tratto di almeno 50 m comprendente tutte le componenti della canalizzazione: canale, staffe, giunti, controventi, apparecchi illuminanti, ecc., al fine di verificare l'idoneità del sistema.

Il completamento della fornitura dovrà avvenire solo dopo l'approvazione della D.L.

I collaudi d'accettazione verranno effettuati secondo il seguente piano di campionamento:

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| ➤ fino a 500 pezzi     | n° 2 campioni;  |
| ➤ da 500 a 1000 pezzi  | n° 4 campioni;  |
| ➤ da 1000 a 5000 pezzi | n° 10 campioni; |
| ➤ oltre 5000 pezzi     | n° 20 campioni. |

#### 4.2.3 Passerelle non in galleria stradale

Le passerelle, le canale e gli accessori installati al di fuori della galleria stradale devono essere in acciaio zincato a caldo per immersione dopo la lavorazione, forate o piene, senza coperchio, se non diversamente indicato.

I punti delle passerelle e delle canale, dove la zincatura è stata asportata durante la posa in opera, devono essere ritoccati con un'adeguata pittura, al fine di ripristinare la zincatura stessa.

Le principali caratteristiche dimensionali saranno:

- zincatura a caldo secondo Norme CEI 7-7 e UNI 5744-6;
- ali bordate antitaglio di altezza pari a 100 mm, se non diversamente indicato;
- assimilabile alle seguenti larghezze
  - 100 mm, spessore 1,5 mm;
  - 150 mm, spessore 1,5 mm;
  - 200 mm, spessore 2 mm;
  - 300 mm, spessore 2 mm;
  - 400 mm, spessore 2 mm;
  - 500 mm, spessore 2 mm.
- completo di, curve, giunzioni, riduzioni e derivazioni.

### **4.3 Tubazioni portacavi**

#### **4.3.1 Caratteristiche delle tubazioni**

##### **4.3.1.1 Tubi protettivi rigidi in PVC per posa interrata (cavidotti)**

I tubi protettivi rigidi in PVC per posa interrata (cavidotti) saranno in PVC a bassissima emissione di alogeni, inattaccabile agli acidi e ai microrganismi, autoestinguente, del tipo rigido serie media, piegabile a freddo; saranno completi di raccordi, curve e manicotti atti a garantire il grado di protezione IP55.

La superficie interna sarà perfettamente liscia, mentre quella esterna presenterà una banda gialla tracciata a spirale; un'estremità sarà terminata a bicchiere.

Saranno dotati di marchio IMQ e conformi alle Norme CEI EN 50086-1, con i limiti previsti nella CEI EN 50086-2-4; la prova allo schiacciamento risponderà alle Norme CEI EN 50086-2-4.

Resistenza di isolamento 100 MΩ.

##### **4.3.1.2 Cavidotto flessibile**

I cavidotti flessibili saranno del tipo a doppia parete, corrugato all'esterno e liscio all'interno, in polietilene ad alta densità dotato di resistenza allo schiacciamento 750 N; saranno posti in opera entro scavo predisposto, ad una profondità non inferiore a 50 cm dal piano stradale.

Saranno dotati di marchio IMQ e conformi alle Norme CEI EN 50086.

Resistenza di isolamento 100 MΩ.

#### 4.3.1.3 Tubo rigido in PVC per posa interna ai fabbricati e cabine

I tubi per la posa interna alle nicchie, cunicoli e cabine saranno del tipo rigido in PVC autoestinguente serie pesante, piegabile a freddo; saranno completi di raccordi, curve e manicotti atti a garantire il grado di protezione IP55.

Saranno posti in opera in vista o annegati, compresi gli accessori di giunzione e fissaggio; avranno marchio IMQ e conformità alle Norme CEI EN 50086.

Resistenza di isolamento 100 MΩ.

#### 4.3.1.4 Guaina flessibile spiralata

La guaina utilizzata sarà del tipo flessibile spiralato, in PVC autoestinguente, con resistenza allo schiacciamento 320 N; sarà completa di raccordi atti a garantire il grado di protezione IP55.

Sarà posta in opera in vista, compresi gli accessori di giunzione e fissaggio; avranno marchio IMQ e conformità alle Norme CEI EN 50086.

Resistenza di isolamento 100 MΩ.

#### 4.3.1.5 Tubo rigido in acciaio zincato

Il tubo rigido in acciaio zincato sarà del tipo elettrosaldato, con riporto di zinco sulle saldature; utilizzerà acciaio zincato sendzimir, secondo EURONORM 142/95 e 147/91.

La resistenza allo schiacciamento sarà di 4000 N.

Sarà posto in opera in vista completo di raccordi, curve e manicotti, atti a garantire il grado di protezione IP65 e la continuità elettrica; saranno compresi gli accessori di giunzione e fissaggio.

Presenterà il marchio IMQ e sarà conforme alle Norme CEI EN 50086.

#### 4.3.1.6 Tubo rigido in acciaio inossidabile

Il tubo rigido in acciaio inossidabile sarà del tipo elettrosaldato; utilizzerà acciaio inossidabile AISI 304, secondo UNI EN 10088. La finitura superficiale prevederà una spazzolatura uniforme.

Sarà posto in opera in vista completo di raccordi, curve e manicotti, atti a garantire il grado di protezione IP65 e la continuità elettrica; saranno compresi gli accessori di giunzione e fissaggio.

Presenterà il marchio IMQ e sarà conforme alle Norme CEI EN 50086.

#### 4.3.1.7 Raccordi metallici a innesto rapido

I raccordi metallici pieghevoli, a innesto rapido ad un estremo e un raccordo maschio fisso nel secondo estremo, consentiranno di realizzare curve o disassamenti in prossimità di una cassetta di derivazione.

Saranno composti da:

- guaina in acciaio a semplice aggraffatura, rivestita in PVC aspirato;
- raccordi in ottone UNI EN 12165 CW617N;
- nichelatura  $2 \div 5$  micron;
- innesto rapido su tubo con guarnizione in elastomero termoplastico e sistema di ritenuta in acciaio inossidabile;
- grado di protezione IP 65;
- temperature di esercizio:  $-15^{\circ} \div +60^{\circ}\text{C}$ ;
- continuità elettrica garantita;
- filetto ISO.

#### 4.3.1.8 Tubi per posa cavi a fibra ottica

I tubi per la posa dei cavi in fibra ottica saranno monotubo o tritubo, in estruso di polietilene ad alta densità (PEAD), stabilizzato con nero fumo contro l'invecchiamento e filettabile.

Protezioni meccaniche rispondenti ai capitolati ISPT e Telecom; superficie esterna liscia e interna rigata, tre fori utilizzabili per l'infilaggio dei cavi, compresi, dove necessario, tappi ad espansione per la chiusura stagna dei fori, completi di guarnizione in neoprene e flange trattenute da una barra filettata per la perfetta chiusura stagna dei fori in presenza del cavo, completi di guarnizione in neoprene, flangie spaccate e gomma aderente alla superficie del cavo.

### 4.3.2 Posa delle tubazioni

#### 4.3.2.1 Generalità

Per la posa di tubazioni saranno rispettate le seguenti modalità:

- nei tratti incassati nelle pareti, in generale non sono previsti accavallamenti e percorsi obliqui;
- nei tratti incassati nei sottofondi, il fissaggio o allettamento avviene mediante malta in modo da non lasciare spazi vuoti così da consentire una corretta incorporazione, mentre i percorsi sono regolari e senza accavallamenti;
- nei tratti a vista le tubazioni vengono fissate con appositi sostegni di materiale plastico, applicati alle strutture a mezzo di chiodi a sparo o tasselli ad espansione completamente metallici, disposti a distanza dipendente dalle dimensioni dei tubi e tali da evitare in ogni caso la formazione di anse.

L'ingresso nelle cassette di derivazione viene eseguito mediante appositi raccordi ed adattatori.

Per i tubi annegati a pavimento, potranno essere impiegati tubi PVC flessibili posati a non meno di 200 mm di profondità dal piano pavimento; l'uscita da pavimento dovrà avere un'altezza di 15 cm circa ed essere attestato ad una cassetta metallica, se distante da parete, o in PVC serie pesante, se l'uscita è addossata a parete.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici, collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni, saranno disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.; è, inoltre, esclusa la collocazione nelle stesse incassature di montanti elettriche e colonne telefoniche.

I tubi protettivi in acciaio annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni della Norma CEI EN 50086-2-4; devono essere inseriti nelle cassette metalliche, o pozzetti prefabbricati, con l'uso di raccordi atti sia a garantire la tenuta, sia per evitare che il cavo venga danneggiato durante la posa. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature; allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

#### 4.3.2.2 Canalizzazioni interrato

Nei cavidotti interrati, i tubi vengono appoggiati su un letto di sabbia di circa 10 cm di spessore; lo scavo viene riempito con pozzolana e, per gli ultimi 10 cm, con materiale di riporto; i percorsi dovranno essere scelti in modo da porre i tubi sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie, per riparazioni ai manti stradali o movimenti di terra nelle zone a prato o giardino.

La profondità di posa sarà scelta in relazione ai carichi transitanti in superficie; di massima, dovrà essere osservata una profondità di 50 cm nelle zone non carrabili e 100 cm per gli attraversamenti stradali, misurando sull'estradosso del tubo più in superficie. La polifera sarà protetta con getto di calcestruzzo.

Le giunzioni dei singoli tubi dovranno essere a bicchiere, con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, e dovranno risultare con i singoli tratti uniti tra loro e stretti da collari o flangie, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Dopo la messa in opera delle canalizzazioni in tubo, l'Appaltatore deve provvedere alla soffiatura interna degli stessi ed alla chiusura del tubo alle estremità, con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso a corpi estranei nell'intervallo di tempo tra la posa e l'infilaggio dei cavi.

Per l'infilaggio dei cavi e le derivazioni verso le utenze, sono previsti pozzetti rompitratta; questi dovranno essere previsti, di massima:

- ogni 50 m, per i percorsi rettilinei;
- ogni 30 m, per i tratti in curva.

I cavi non dovranno in nessun caso seguire percorsi con curve di raggio inferiori a 15 volte loro diametro.

I pozzetti prefabbricati interrati devono comprendere un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile; detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, dovranno avere sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di PVC, costituita da zone circolari, o rettangolari, con parete a spessore ridotto.

Dovranno, inoltre, essere rispettate le seguenti prescrizioni generali:

1. esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
2. posa in opera del pozzetto entro lo scavo predisposto;
3. attestazione dei tubi in PVC, previa rottura del diaframma e tamponatura della luce tra tubi e pareti del pozzetto, atta ad evitare l'ingresso del getto di calcestruzzo, per la difesa del cavidotto;
4. rinfiaccio dei pozzetti e dei tubi in calcestruzzo, dosato a 150 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
5. riempimento del vano residuo con materiali di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto a discarica del materiale eccedente secondo le indicazioni della D.L., ovvero delle disposizioni contrattuali.

Nei pozzetti rompitratta comuni ai cavi di potenza e di telecomunicazione (telefonici, fibra ottica, ecc.), questi ultimi dovranno essere protetti, all'interno dei pozzetti, per tutta la loro lunghezza, ad esempio, tramite canale, oppure infilati in tubi flessibili d'acciaio.

#### **4.4 Cassette di derivazione, giunzione e smistamento cavi**

##### **4.4.1 Generalità**

Ogni volta che deve essere eseguita una derivazione od uno smistamento di conduttori, o qualora lo richiedano le dimensioni o la larghezza di un tratto di tubazione, si fa ricorso alle cassette, affinché i conduttori contenuti nella tubazione siano agevolmente sfilabili.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione, impiegando opportuni morsetti di dimensioni adeguate ai conduttori che vi fanno capo; dette cassette devono essere costruite in modo tale che, nelle condizioni ordinarie di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotto.

I conduttori all'interno delle cassette sono legati e disposti in modo ordinato; il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Qualora, nello stesso locale, si prevedano circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi (ad esempio reti telefoniche o informatiche, oppure impianti di rivelazione incendio), questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

La grandezza delle cassette dovrà essere determinata sulla base del numero e diametro dei tubi che alle stesse si attestano; le giunzioni e i cavi posati all'interno delle cassette non devono, di norma, occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

#### 4.4.2 Cassette normali

Le cassette normali sono di forma quadrata, rettangolare o tonda; sono costruite in materiale plastico resistente agli urti e munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi e/o delle canalette. I coperchi sono ad innesto per cassette di dimensioni inferiori a 100 x 100 mm o diametro 90 mm, mentre sono fissati con viti per cassette di dimensioni superiori.

#### 4.4.3 Cassette stagne

Le cassette stagne sono di forma quadrata, rettangolare o tonda.

Se costruite in lega leggera pressofusa hanno imbocchi filettati UNI 339 per connessione a tubi in acciaio zincato; sono complete di morsetto interno ed esterno per il collegamento a terra della cassetta. I coperchi sono fissati con viti.

Se costruite in resina rinforzata con fibra di vetro, sono ad isolamento totale con imbocchi a pressacavo, o coni in materiale isolante stampato, per connessione a cavi o a tubi in PVC; sono completate, se previsto, da morsetto interno/esterno per il transito del collegamento di terra.

Le cassette di derivazione che saranno installate all'interno della galleria saranno del tipo IP65 in acciaio inox delle dimensioni 100x100x50 mm.

#### 4.4.4 Cassette multiservizi

Le cassette multiservizi sono costruite in lega leggera pressofusa o in resina rinforzata con fibre di vetro e sono adatte ad accogliere sui 4 lati sia canali sia tubi; all'interno sono previsti appositi settori di segregazione incrociata di 3 servizi distinti. Vengono completate da coperchio e bullone di terra passante.

#### 4.4.5 Cassette porta presa

Le cassette porta prese sono costruite in lega leggera pressofusa o in resina rinforzata con fibre di vetro con entrata a pressacavo e coperchio a molla.

#### 4.4.6 Cassette incassate nel calcestruzzo

Le cassette da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche idonee per sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, o viti, da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa.

## INDICE

### I – Apparecchiature di illuminazione e FM

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. PRESCRIZIONI GENERALI .....</b>	<b>5</b>
3.1 PLAFONIERE PER LAMPADE FLUORESCENTI PER L' ILLUMINAZIONE NORMALE	
5	
3.1.1 Plafoniere IP65 per lampade fluorescenti lineari.....	5
3.1.2 Plafoniere IP65 per lampade fluorescenti, equipaggiate con kit d'emergenza.....	6
3.1.3 Apparecchi per l'illuminazione di sicurezza (tipo SA).....	7
3.1.4 Interruttore fotoelettrico (crepuscolare) per comando luce esterna	7
3.2 APPARECCHIATURE AUSILIARIE .....	8
3.2.1 Prese e gruppi prese tipo CEE.....	8
3.2.2 Prese tipo per uso civile .....	9
3.2.3 Interruttore e pulsanti di tipo industriale per impianto luce .....	9
3.2.4 Cassette e scatole di derivazione .....	10



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire le principali caratteristiche degli apparecchi illuminanti per l'illuminazione dei locali tecnici e quelle delle prese elettriche previste.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

L'apparecchiatura in oggetto dovrà essere progettata, costruita e collaudata in conformità alle seguenti Norme e Raccomandazioni tecniche (Europee armonizzate CEI EN, Nazionali CEI e internazionali IEC):

- Norme UNI 7543-1:2004 “Colori e segnali di sicurezza”;
- Norme UNI 7546-5 “Segni grafici per segnali di sicurezza. Percorso verso uscita di emergenza”;
- Norme CEI EN 60598-1 “Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni Generali e Prove”;
- Norme CEI EN 60598-2-22 “Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari Apparecchi di emergenza”;
- Norme CEI EN 60598-2-1 “Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari Apparecchi fissi per uso generale”;
- Norme CEI EN 61195 “Lampade fluorescenti a doppio attacco - Prescrizioni di sicurezza”;
- Norme CEI EN 60081 “Lampade fluorescenti a doppio attacco - Specifiche di prestazione”;
- Norme CEI EN 60155 “Starter a bagliore per lampade fluorescenti”;
- Norme CEI EN 60923 “Ausiliari per le lampade - Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) - Prescrizioni di prestazione”;
- Norme CEI EN 60927 “Ausiliari per le lampade - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Prescrizioni di prestazione”;
- Norme CEI EN 60925 “Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua per lampade fluorescenti - Prescrizioni di prestazione”;
- Norme CEI EN 61347-1 “Unità di alimentazione di lampada - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza”;
- Norme CEI EN 61347-2-1 “Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (escluso gli starter a bagliore)”;
- Norme CEI EN 61347-2-9 “Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-9: Prescrizioni particolari per alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti)”;
- Norme CEI EN 61048 “Ausiliari per lampade - Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica Prescrizioni generali e di sicurezza”;
- Norme CEI EN 61049 “Condensatori per uso in circuiti con lampade fluorescenti tubolari ed altre lampade a scarica - Prescrizioni di prestazione”;



- Norme CEI EN 60921 “Alimentatori per lampade fluorescenti tubolari - Prescrizioni di prestazione”;
- Norme CEI EN 60155 “Starter a bagliore per lampade fluorescenti”;
- Norme CEI EN 60309-1 “Spine e prese per uso industriale”;
- Norme CEI EN 60669-1 “Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare - Parte 1: Prescrizioni generali”.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell’installazione.

Inoltre, dovranno essere realizzate da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. PRESCRIZIONI GENERALI

#### 3.1 Plafoniere per lampade fluorescenti per l'illuminazione normale

##### 3.1.1 Plafoniere IP65 per lampade fluorescenti lineari

Le plafoniere per lampade fluorescenti lineari IP65 avranno le seguenti caratteristiche principali:

- corpo stampato in policarbonato autoestinguente V2;
- coppa di chiusura in policarbonato trasparente autoestinguente V2;
- prismaticizzazione lineare interna ad alta efficienza luminosa;
- parte interna della coppa liscia per una facile pulizia;
- ganci in nylon rinforzato con fibre di vetro;
- snodo in acciaio inossidabile a cerniera imperdibile;
- alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche e termiche;
- riflettore interno d'alluminio anodizzato e brillantato;
- ottica a flusso diffondente;
- vano contenente le apparecchiature di alimentazione elettroniche;
- cablaggio con cavo tipo N07V-K;
- installazione anche su superfici normalmente infiammabili;
- tipo d'installazione a soffitto, con tiges o su canala;
- rifasamento a  $\cos\phi \geq 0,95$ ;
- PG del pressacavo adatto per cavo  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ;
- classe di protezione contro i contatti indiretti II;
- alimentatore elettronico;
- radio disturbi secondo CEI 110-2, EN 55015;
- contenuto armonico secondo CEI 34-4, EN 60929;
- lampade fluorescenti lineari con diametro tubo 26 mm;
- durata utile delle lampade 20.000 ore;
- flusso luminoso delle lampade da 18 W  $\geq 1300$  lumen;
- flusso luminoso delle lampade da 36 W  $\geq 3250$  lumen;
- flusso luminoso delle lampade da 58 W  $\geq 5200$  lumen;

- attacco 2Gx13;
- temperatura di colore 4000° ÷ 4500°K
- certificazioni e marchio IMQ, oppure ENEC e CE;
- grado di protezione IP65;
- completa d'accessori di fissaggio rapido.

### 3.1.2 Plafoniere IP65 per lampade fluorescenti, equipaggiate con kit d'emergenza

Le plafoniere descritte nel precedente paragrafo potranno essere equipaggiate con kit d'emergenza, con sistema per diagnostica locale.

Le plafoniere con due lampade, in condizione normale di servizio, sono alimentate dalla rete a 230 V – 50 Hz; in caso di mancanza della rete, una delle due deve restare accesa alimentata dal kit.

L'equipaggiamento, per una lampada, prevede un gruppo autonomo d'alimentazione costituito batteria al nickel cadmio, inverter in esecuzione per alte temperature 65°C, in grado di erogare per un'ora un flusso luminoso costante pari ad almeno il 20% del flusso nominale.

Le principali caratteristiche tecniche saranno:

- batteria al Ni-Cd;
- autonomia minima 1 ora;
- flusso luminoso sotto kit  $\geq 20\%$  del flusso nominale;
- temperatura massima d'esercizio secondo Norme EN 60598-2-22;
- durata minima della batteria  $\geq 4$  anni;
- tempo massimo di ricarica 12 ore;
- classe isolamento II;
- circuito di inibizione da prevedere;
- indicatore per corretto funzionamento della ricarica e segnalazione malfunzionamento a LED;
- PG del pressacavo adatto per cavo 2(1 x 1,5 mm<sup>2</sup>) per alimentazione;
- PG del pressacavo adatto per cavo 2(1 x 1,5 mm<sup>2</sup>) per circuito alimentazione kit d'emergenza.

### 3.1.3 Apparecchi per l'illuminazione di sicurezza (tipo SA)

Gli apparecchi autonomi d'emergenza, adatti per ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, per l'illuminazione di sicurezza permanente (SA), avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- corpo in materiale plastico autoestingente;
- facilità d'accesso ai componenti per manutenzione e sostituzione;
- installazione anche su superfici normalmente infiammabili;
- grado di protezione IP65;
- illuminazione permanente SA (Sempre Accesa);
- potenza lampada fluorescente 18 W;
- alimentazione 230 V – 50 Hz;
- alimentatore elettronico a basso consumo;
- batteria interna con autonomia  $\geq 1$  ora;
- prova del filo incandescente con temperatura di 850°C;
- classe isolamento II;
- tempo massimo di ricarica della batteria 12 ore;
- tempo di durata minimo della batteria  $\geq 5$  anni;
- marcatura secondo Norme EN 60598-1.

### 3.1.4 Interruttore fotoelettrico (crepuscolare) per comando luce esterna

L'interruttore fotoelettrico (crepuscolare), per comando luce esterna, sarà un apparecchio elettronico con comando di potenza di alta affidabilità; sarà insensibile alle sovratensioni esterne di origine atmosferica o circuitale ed alle brevi variazioni di luminosità ambiente (lampi, traffico stradale, ecc.). Sarà completo di sistema di regolazione della soglia d'intervento.

Le principali caratteristiche tecniche saranno:

- per comando indiretto di circuito d'illuminazione;
- elemento fotosensibile per installazione all'aperto con grado di protezione IP55;
- unità amplificatrice del segnale d'ingresso da installare entro quadro, con relè d'uscita avente contatto di scambio;
- portata dei contatti d'uscita  $\geq 5$  A a  $\cos\phi = 0,5$ , 250 V – 50 Hz;
- temperature limiti di funzionamento +50°C - 10°C;
- alimentazione 230 V  $\pm 10\%$ ;
- frequenza 50 Hz;

- intensità luminosa d'intervento regolabile da 0 a 50 lux;
- temporizzazione del segnale 0 ÷ 60 s;
- completo di supporto per l'installazione, di schema elettrico e manuale d'istruzione.

### 3.2 **Apparecchiature ausiliarie**

#### 3.2.1 *Prese e gruppi prese tipo CEE*

##### 3.2.1.1 Generalità

Le prese del tipo CEE, per impiego industriale, saranno con coperchio e ghiera, interbloccate, con involucro di materiale isolante, interruttore rotativo e fusibili; dovranno essere adatte per installazione a parete in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio.

Risponderanno alle tabelle di unificazione dimensionale CEI - UNEL da 47172 a 47178; presenteranno il marchio di conformità IMQ.

Non deve essere possibile accoppiare prese e spine con differenti caratteristiche nominali d'impiego (corrente, tensione, frequenza).

A correnti nominali diverse, dovranno corrispondere differenti dimensioni degli imbocchi; l'inintercambiabilità di prese e spine con medesime correnti nominali, ma differenti tensioni o frequenze d'impiego, dovrà essere garantita dalla conformità alle relative tabelle di unificazione dimensionali, le quali prevedono differenti posizioni del contatto di terra rispetto ad un riferimento normalmente fisso dell'imbocco.

##### 3.2.1.2 Colore e posizione del contatto di terra

Un colore distintivo dovrà essere previsto per contraddistinguere prese e spine con differenti tensioni nominali; il colore e la posizione del contatto di terra delle prese e delle spine dovranno essere in accordo alla Norma CEI EN 60309-2.

In particolare:

- prese e spine per 400 V, 50 Hz, 3P+T da 16 a 32 A, saranno di colore rosso e posizione 6h;
- prese e spine per 400 V, 50 Hz 3P+N+T da 16 a 32 A, saranno di colore rosso e posizione 6h;
- prese e spine per 230 V, 50 Hz, 2P+T da 16 a 32A, saranno di colore blu e posizione 6h.

##### 3.2.1.3 Caratteristiche costruttive

Dovranno essere previsti adeguati accessori per l'ingresso cavi, al fine di assicurare il grado di protezione della presa.

Le viti di fissaggio esterne per i coperchi, impugnature ed accessori analoghi, come pure per le molle dei coperchi di tenuta, dovranno essere realizzati in acciaio inossidabile.

I supporti isolanti, destinati a ricoprire parti in tensione, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- autoestinguenza V2;
- resistenza alla prova del filo incandescente  $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ;
- resistenza alle correnti superficiali  $> 600\text{ V}$ .

Il contenitore della presa dovrà essere in resina poliestere termoindurente, rinforzata con fibre di vetro, avente caratteristiche di autoestinguenza V0 e resistenza alla prova del filo incandescente  $\geq 850^{\circ}\text{C}$ .

#### 3.2.1.4 Interruttore, interblocco meccanico e fusibili

La manovra di chiusura dell'interruttore deve essere possibile solamente con spina inserita e coperchio chiuso; l'estrazione della spina deve essere possibile solo con interruttore in posizione di aperto. Il coperchio deve essere bloccato in posizione di CHIUSO.

L'interruttore deve essere conforme alla Norma CEI EN 60947.3; le basi portafusibili saranno in ceramica.

#### 3.2.2 Prese tipo per uso civile

Le prese per uso civile saranno realizzate con corpo in resina termoindurente, classe di autoestinguenza V0 e resistenza al filo incandescente non inferiore a  $950^{\circ}\text{C}$ , con grado di protezione IP65; saranno installate a vista su parete.

La classe d'isolamento sarà II ed i morsetti saranno adatti per il collegamento di cavi fino a  $4\text{ mm}^2$ .

Ciascun gruppo prese utilizzerà prese tipo Schuko 2 P + T, 250 V 16 A, e prese bipasso 2 P + T 16 A.

#### 3.2.3 Interruttore e pulsanti di tipo industriale per impianto luce

Gli interruttori e pulsanti di tipo industriale per impianto luce saranno realizzati con corpo in resina termoindurente, classe di autoestinguenza V0 e resistenza al filo incandescente non inferiore a  $950^{\circ}\text{C}$ , con grado di protezione IP65; saranno installati a vista su parete.

La classe d'isolamento sarà II ed i morsetti saranno adatti per il collegamento di cavi fino a  $4\text{ mm}^2$ ; le apparecchiature saranno idonee per corrente di almeno 10 A a 250 V.

Saranno protetti da coperchio a membrana in elastometro antinvecchiante e prevederanno, laddove richiesto, un segnalatore luminoso.



#### 3.2.4 *Cassette e scatole di derivazione*

Le cassette e scatole di derivazione dovranno essere adatte per l'installazione all'interno in luoghi marci ed all'esterno; saranno di forma quadrata, rettangolare o tonda e costruite in materiale plastico resistente agli urti, non propagante l'incendio (autoestinguenza V0), resistente alla prova del filo incandescente  $\geq 850^{\circ}\text{C}$ , classe d'isolamento II.

Avranno grado di protezione IP55 o superiore; saranno complete di eventuali pressacavi in materiale plastico e munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi e/o canalette.

## INDICE

### J – Impianti di messa a terra

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI TERRA .....</b>	<b>4</b>
3.1 GALLERIE ALIMENTATE IN MEDIA TENSIONE.....	4
3.1.1 <i>Generalità</i> .....	4
3.1.2 <i>Protezione contro i contatti accidentali</i> .....	4
<b>4. MATERIALI PER IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....</b>	<b>6</b>
4.1 DISPERSORE .....	6
4.2 CONDUTTORE DI TERRA .....	6
4.3 NODI PRINCIPALI DI TERRA .....	6
4.4 CONDUTTORI DI PROTEZIONE PE .....	7
4.5 CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI.....	7
<b>5. NOTA GENERALE .....</b>	<b>8</b>



## **1. OGGETTO**

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali degli impianti di dispersione a terra, protezione ed equipotenzialità.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti di terra saranno realizzati in conformità alle seguenti normative e leggi:

- Legge n° 186 del 1 marzo 1968 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”;
- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”;
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 64-12 “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

### 3. CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI TERRA

#### 3.1 Gallerie alimentate in media tensione

Nelle gallerie alimentate da cabine elettriche di trasformazione, l'impianto di dispersione a terra andrà dimensionato tenendo conto della presenza del sistema a media tensione; sarà onere dell'Appaltatore richiedere le caratteristiche dell'energia elettrica fornita nel punto di consegna dall'ENEL.

Il sistema di alimentazione elettrica in bassa tensione sarà TN-S.

##### 3.1.1 Generalità

Il passaggio di corrente attraverso il corpo umano è una causa di pericolo; per valutare il dimensionamento dell'impianto di terra, ai sensi della Norma CEI 11-1, si fa riferimento alle tensioni di contatto; i limiti per tale tensione dovuta a guasti a terra sono indicati nella fig. 9-1 di tale norma. Questi valori ammissibili sono considerati soddisfatti se è soddisfatta una delle due seguenti condizioni:

- l'impianto è parte di un impianto di terra globale;
- il valore della tensione totale di terra, determinato con misure o calcoli, non supera 1,5 volte il valore della tensione di contatto ammissibile in accordo con la fig. 9-1.

In alternativa, possono essere adottati i provvedimenti descritti nell'allegato D della già citata norma; questi provvedimenti sono stabiliti in funzione della tensione totale di terra e della durata del guasto.

Se non sono rispettate né le due condizioni, né adottati i provvedimenti richiesti, si deve verificare che sia rispettata la tensione di contatto ammissibile per mezzo di misure in sito.

Le tensioni totali di terra e le tensioni di contatto di un impianto di terra possono essere calcolati con i dati disponibili, quale la resistività del terreno, nonché le correnti della tabella 9-1; per il calcolo si possono considerare tutti i dispersori di altri impianti di terra che risultino collegati in modo affidabile a quello in esame e presentino caratteristiche di portata sufficiente.

Per tale verifica con l'aiuto della fig. K-3, possono essere presi in considerazione tutti i cavi con effetto di dispersori, salvo che essi siano posati su più di 4 percorsi. Questi cavi possono appartenere a sistemi con tensioni diverse.

##### 3.1.2 Protezione contro i contatti accidentali

La protezione contro i contatti diretti avverrà con adeguate misure di isolamento, ostacolo o distanziamento oppure racchiudendo le parti attive entro involucri o barriere con grado di protezione non inferiore a IP20.

La protezione contro i contatti indiretti, invece, si ottiene con l'interruzione automatica dei circuiti.



Il sistema di collegamento dell'impianto è del tipo TN-S, pertanto tutte le masse sono collegate all'impianto di terra mediante il conduttore di protezione e tutte le prese a spina sono munite di contatto di terra se fanno parte di sistemi di I categoria.

In bassa tensione, le caratteristiche dei dispositivi di protezioni e le impedenze dei circuiti sono coordinate in modo tale che, in caso di guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s * I_a \leq U_0$$

dove  $Z_s$  è l'impedenza in  $\Omega$  dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente,  $I_a$  è la corrente in ampere che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella Tabella 41A della Norma CEI 64-8 in funzione della tensione nominale  $U_0$  oppure, per i circuiti di distribuzione entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s e  $U_0$  è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione, ossia apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

## 4. MATERIALI PER IMPIANTO DI MESSA A TERRA

### 4.1 *Dispersore*

Il sistema di dispersione adottato per l'impianto di messa a terra prevede l'uso di una corda nuda di rame della sezione di 75 mm<sup>2</sup> posata ad intimo contatto con il terreno ad una profondità di circa 50 cm a circa 1 m dal filo esterno dei fabbricati cabina elettrica. Tale corda sarà collegata ai picchetti infissi nel terreno in corrispondenza degli spigoli del fabbricato; il collegamento consente il sezionamento tra le parti.

I dispersori di acciaio ramato e gli accessori per il collegamento al conduttore di terra hanno le seguenti caratteristiche generali:

- Picchetti modulari di lunghezza pari a 1,5 m aventi sezione circolare con diametro esterno pari a 20 mm ottenuti con deposizione elettrolitica di un rivestimento di 1000µm di rame su anima di 18 mm in acciaio (Fe 60) – Nota. La deposizione elettrolitica garantisce migliori prestazioni meccaniche rispetto alla incamiciatura;
- Giunti a bicchiere d'ottone (OT 58) lavorato al tornio per l'unione di più picchetti a comporre dispersori verticali di lunghezza qualsiasi;
- Morsetti a U composti di piastra e contropiastra di serraggio di bronzo pieno (CuSn2UNI 252774);
- Capicorda di bronzo pieno (CuSn2UNI 252774)

La corda di rame circonda gli edifici e sarà collegata metallicamente con i dispersori naturali, costituiti dai ferri delle strutture.

### 4.2 *Conduttore di terra*

I conduttori di terra assicureranno il collegamento dei nodi equipotenziali, posti nei quadri elettrici principali, al dispersore; saranno realizzati con cavo N07V-K di colore giallo-verde. Saranno previsti due collegamenti distinti al quadro generale di bassa tensione.

### 4.3 *Nodi principali di terra*

I nodi principali di terra od equipotenziali saranno posizionati nei vari locali delle cabine elettriche; ad essi faranno capo:

- il centro stella dei trasformatori;
- il centro stella dei gruppi elettrogeni;
- il centro stella dei gruppi statici di continuità;
- i conduttori di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali.

Tali nodi di terra saranno realizzati in rame, con morsetteria in ottone; una bandella di rame di sezione 40 x 30 mm, originante dal nodo, seguirà il perimetro dei locali elettrici delle cabine, per consentire il collegamento di equipotenziale di tutte le masse estranee ivi presenti.

#### **4.4 Conduttori di protezione PE**

La sezione dei conduttori di protezione viene determinata facendo riferimento alla tabella 54F della Norma CEI 64-8; quando un unico conduttore di protezione serve più circuiti utilizzatori, la scelta si applica con riferimento al conduttore di fase di sezione più elevata.

Viene utilizzata una corda di rame isolata con guaina giallo verde tipo N07V-K .

Per ridurre la reattanza del circuito di guasto, essendo la protezione contro i contatti indiretti realizzata con dispositivi di massima corrente, il conduttore di protezione viene incorporato nella stessa conduttura comprendente i conduttori attivi.

#### **4.5 Conduttori equipotenziali**

I conduttori equipotenziali principali saranno in rame con sezione pari a 6 mm<sup>2</sup>; quelli supplementari avranno sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup>.

Tutte le masse estranee devono essere collegate tramite il sistema di equipotenzialità alla rete generale di terra. In particolare:

- le grandi strutture metalliche devono essere collegate con corda di rame nuda isolata da 16 mmq in almeno due punti;
- l'intelaiatura metallica delle scale, grigliati, corrimani, ecc., sarà collegata con corda di rame isolata da 16 mmq; la continuità elettrica dei grigliati è assicurata dai punti di ancoraggio dei grigliati stessi;
- tutti gli infissi di porte e/o finestre metalliche dello stabilimento saranno collegati alla rete generale di terra con corda di rame isolata da 6 mmq; la continuità elettrica delle porte e/o finestre sarà assicurata da una piattina flessibile in rame da 6 mmq;
- ogni circuito di acqua fredda e calda, ogni rete di canali metallici dell'aria e le tubazioni metalliche in genere saranno collegati con corda di rame isolata da 6 mmq in almeno due punti; tutti i flessibili montati sui canali dell'aria saranno corto circuitati da piattina di rame flessibile da 6 mmq.



## 5. NOTA GENERALE

Tutto il materiale in acciaio dovrà essere protetto contro la corrosione mediante zincatura a caldo (Norme CEI 7-6 E DIN 50976 ) ottenuta per immersione in bagno di zinco fuso dopo la lavorazione con spessore di zinco di  $50\pm 57 \mu = 300-400 \text{ g/m}^2$  di zinco sulla singola superficie.

In accordo alla Norma CEI 7-6 /DIN 50976 la purezza dello zinco deve essere del 99,9% anzichè 98,25% come previsto dalle norme UNI.

Punti di sezionamento per le misure e controlli della rete interrata:

Il punto di sezionamento deve essere alloggiato entro una cassetta per installazione a vista all'esterno del fabbricato, adatto per ricevere conduttori in corda di rame isolata da 35 mmq.

## INDICE

### K – Rete di cablaggio strutturato

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SPECIFICHE TECNICHE .....</b>	<b>5</b>
3.1 COSTRUZIONE.....	5
3.1.1 <i>Caratteristiche generali .....</i>	<i>5</i>
3.1.2 <i>Collegamento a terra ed equipotenziale .....</i>	<i>5</i>
3.1.3 <i>Certificazione del Sistema.....</i>	<i>6</i>
3.2 CABLAGGIO .....	7
3.2.1 <i>Prescrizioni per la posa dei cavi.....</i>	<i>7</i>
3.2.2 <i>Immunità dai disturbi elettromagnetici.....</i>	<i>8</i>
3.2.3 <i>Prevenzione incendi .....</i>	<i>8</i>
3.3 CABLAGGIO ORIZZONTALE.....	8
3.3.1 <i>Specifica tecnica per cavo FTP categoria 5E FRNC.....</i>	<i>9</i>
3.4 CABLAGGIO VERTICALE.....	11
3.4.1 <i>Cablaggio in rame.....</i>	<i>11</i>
3.4.2 <i>Cablaggio in fibra ottica.....</i>	<i>11</i>
3.4.3 <i>Specifica tecnica per le fibre multimodali di tipo loose.....</i>	<i>12</i>
3.4.4 <i>Specifica tecnica per le fibre multimodali di tipo tight.....</i>	<i>13</i>
3.4.5 <i>Specifiche delle fibre monomodali .....</i>	<i>13</i>
3.4.6 <i>Giunzione di fibra.....</i>	<i>13</i>
3.5 CABLAGGIO ESTERNO .....	14
3.6 PRESE PER IL POSTO DI LAVORO .....	14
3.6.1 <i>Caratteristiche tecniche dei frutti .....</i>	<i>14</i>
3.6.2 <i>Componibilità.....</i>	<i>15</i>
3.6.3 <i>Scatole da frutto .....</i>	<i>15</i>
3.6.4 <i>Supporti .....</i>	<i>16</i>
3.6.5 <i>Identificazione .....</i>	<i>16</i>
3.7 CENTRO DI DISTRIBUZIONE FIBRE (FDC) .....	16
3.7.1 <i>FDC.....</i>	<i>16</i>
3.7.2 <i>Pannelli di permutazione per fibra – Cassetto ottico .....</i>	<i>16</i>
3.7.3 <i>Connettori ottici per connessioni di tipo ST e SC.....</i>	<i>17</i>
3.7.4 <i>Bretelle ottiche .....</i>	<i>17</i>
3.8 ARMADI DI PERMUTAZIONE .....	17
3.8.1 <i>Criteri di progetto del centro stella di piano .....</i>	<i>17</i>
3.8.2 <i>Rack per apparecchiature .....</i>	<i>18</i>



3.8.3	<i>Prese di permutazione modulari RJ45 .....</i>	20
3.8.4	<i>Blocco di terminazione di rame 110 .....</i>	21
3.8.5	<i>Cavi di permutazione modulari RJ45.....</i>	21
3.8.6	<i>Terminazioni del circuito fonia nell'armadio .....</i>	22



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali che dovrà possedere la rete di cablaggio strutturato; obiettivo fondamentale di questo sistema è quello di realizzare un sistema integrato di comunicazione, indipendente sia dagli apparati trasmissivi, sia dai protocolli di rete impiegati, tenendo conto, per quanto possibile, delle prospettive di sviluppo che imporranno banda passante e velocità trasmissive sempre più elevate.

Il sistema di cablaggio dovrà supportare applicazioni dati, vocali, video, sia in forma analogica, sia digitale, con una o più unità di supervisione e gestione, quali PC, telecamere, centralini, ecc.

Le prestazioni saranno conformi agli Standard internazionali esistenti, nonché quelli definiti dal piano regionale di interconnessione.

L'impianto prescelto risponderà ai parametri di prestazione relativi alla Categoria 5e, secondo quanto descritto nella normativa EI/TIA 568-B.2-1; il sistema dovrà quindi garantire una banda passante di 100 MHz.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

L'impianto sarà realizzato in conformità alle disposizioni legislative e normative in vigore, con particolare riferimento alle seguenti norme:

- CEI 64-8;
- EIA/TIA 568B, Commercial Building Telecommunications Cabling standard;
- EIA/TIA 606, Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of commercial building;
- EIA/TIA 569-A, Commercial building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces;
- EIA/TIA 568-B.2-1, Commercial Building Telecommunications Cabling standard 100 ohm Cat.6;
- ISO/IEC 11801, Generic cabling for customer premises;
- EN 50173, pr EN 50174-1-2/-3 Final Draft;
- EN55022, compatibilità elettromagnetica;
- EN55024, Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione. Caratteristiche per l'immunità;
- ISO/IEC 14763-3, Norme di Test per cablaggio ottico.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

Inoltre, i componenti dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. SPECIFICHE TECNICHE

#### 3.1 Costruzione

I materiali dovranno essere forniti e prodotti da un singolo costruttore, ad eccezione delle apparecchiature attive per trasmissione dati e fonia ed altri componenti hardware non definiti appartenenti alla configurazione di prova dei canali in EIA/TIA 568B, Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted Pair Cabling Systems.

##### 3.1.1 Caratteristiche generali

Con il termine *Cablaggio Strutturato* si definisce l'insieme di tutte le apparecchiature ed i cablaggi richiesti, compresi hardware, blocco di terminazione, terminazioni, jack e cavi per trasmissione dati, installati e configurati al fine di garantire la connettività di dati e fonia da ogni presa dati o fonia al file server di rete, o alla rete/al commutatore di rete di fonia, designati come punto di servizio della rete locale.

Il Cablaggio Strutturato fungerà da vettore per il trasporto di segnali dati, video e telefonici su tutta la rete, dai punti di demarcazione, designati alle prese situate nelle diverse postazioni di lavoro.

Tra gli standard applicativi supportati saranno inclusi IEEE 802.3, 10BASE-T, 100BASE T, 1000BASE T, 100BASEF, IEEE802.5 4Mbps, 16Mbps, ATM155, ANSI FDDI.

Il cablaggio supporterà anche altri sistemi, tra i quali si ricordano i sistemi video a banda di base e a banda larga, nonché il sistema di telecontrollo dell'edificio.

Il cablaggio strutturato sarà composto dai seguenti elementi fondamentali:

- la sala apparecchiature o locale tecnico di edificio (Equipment Room);
- l'armadio di edificio (Building Distributor);
- il cablaggio verticale o dorsale di edificio (Backbone Cabling);
- l'armadio di piano (Floor Distributor);
- il cablaggio orizzontale (Horizontal Cabling);
- la presa utente o connettore delle telecomunicazioni;
- la postazione di lavoro (P.d.L.).

La topologia è gerarchica a stella, a partire dall'armadio principale, lungo il backbone, attraverso gli armadi di piano e fino alla Postazione di Lavoro (P.d.L.).

##### 3.1.2 Collegamento a terra ed equipotenziale

Tutti i collegamenti a terra ed equipotenziali dovranno essere conformi alle norme che prescrivono i requisiti di collegamento a terra e/o equipotenziale.

Occorrerà prevedere una dorsale di messa a terra per telecomunicazioni utilizzando un conduttore di terra 6 AWG, o più grande, che fornisca un collegamento di terra diretto tra le sale apparecchiature e gli armadi per telecomunicazioni; tale dorsale fa parte dell'infrastruttura di collegamento a terra ed equipotenziale ed è indipendente dalle apparecchiature o dal cavo.

Deve essere prevista la messa a terra dei conduttori schermati, dopo aver accertato che la d.d.p. massima ai capi dello schermo non ecceda il valore di 1 V; bisogna, inoltre, garantire una continuità elettrica dello schermo dei cavi lungo tutto il percorso

Un basso valore dell'impedenza di terra è opportuno per garantire il corretto funzionamento dell'impianto, ma non esiste un limite restrittivo per tale valore; in generale, un impianto di messa a terra correttamente coordinato con le protezioni contro i contatti indiretti, nel rispetto delle Norme CEI 64-8 e CEI 11-1, risulta sufficiente per il buon funzionamento del sistema.

Si prescrive, per ogni ambiente o piano, di tenere i conduttori di terra del cablaggio strutturato separati da quelli dell'impianto energia; i diversi conduttori saranno interconnessi in corrispondenza dei collettori di terra di locale o di piano, che potranno essere previsti negli armadi di permutazione.

In sostanza andrebbero messi a terra:

- gli armadi di distribuzione del cablaggio strutturato:
  - il telaio,
  - le chiusure posteriori e laterali;
  - il tettuccio;
  - i pannelli RJ45 schermati;
  - gli apparati attivi;
- i cavidotti metallici;
- i PC, stampanti e apparati presenti sui posti di lavoro.

### **3.1.3 Certificazione del Sistema**

Al termine dell'installazione e del successivo collaudo con esito positivo, al Cliente verrà rilasciato un certificato numerato da parte dell'Azienda costruttrice per la registrazione dell'installazione.

L'operazione di collaudo è intesa a verificare, per ciascuna apparecchiatura fornita:

- la conformità al tipo o ai modelli descritti nel capitolato tecnico;
- le condizioni di funzionamento, sulla scorta di tutte le prove funzionali e diagnostiche stabilite per ciascun tipo di apparecchiatura nei manuali dell'impresa.

Del collaudo, l'impresa si obbliga a produrre, in formato cartaceo e elettronico, la documentazione relativa ai test effettuati sulla rete e che certifichino la conformità alle richieste del capitolato.

Quando le apparecchiature, ovvero parti di esse, non superano le prescritte prove funzionali e diagnostiche, le operazioni sono ripetute e continuate alle stesse condizioni e modalità, con eventuali oneri a carico dell'impresa fino alla loro conclusione.

## 3.2 Cablaggio

### 3.2.1 Prescrizioni per la posa dei cavi

I conduttori potranno essere posati in cavidotti metallici o isolanti, tubolari o rettangolari, dotati di coperchio. I canali potranno essere di tipo asolato o chiuso ed il loro grado di protezione dipenderà dal luogo di posa. La posa potrà essere sotto traccia, a vista, in cavedio; la tipologia dei cavidotti è determinata negli elaborati di progetto.

I cavi dovranno essere posti in opera con le seguenti, tassative, precauzioni:

- non dovranno essere superati i 30 metri fra due punti di trazione, per posa in tubazioni;
- tra due punti di trazione, indipendentemente dalla loro distanza, non dovranno esistere più di due curve a 90°;
- la tensione massima applicabile sui cavi è di 11,3 kg pari a 110 N; superando questa soglia viene compromessa la corretta ritorzione delle coppie, con un possibile degrado delle caratteristiche elettriche;
- per posa in tubazioni a vista o sotto traccia, dovranno essere impiegati tubi con diametro minimo 20 mm;
- cavidotti e raccordi non devono presentare schiacciature o bave, conseguenti a difetti di lavorazione in fabbrica o ad operazioni in cantiere;
- durante le operazioni di posa, i cavi non dovranno subire torsioni; per questo si raccomanda l'impiego di bobine svolgicavo;
- occorre prestare la massima attenzione ad evitare che i cavi vengano calpestati, schiacciati o comunque maltrattati, per prevenire alterazioni delle loro caratteristiche prestazionali;
- i cavi dovranno essere identificati sia nei cavidotti, sia all'interno degli armadi e nelle scatole da frutto. Le fascette identificatrici non dovranno essere strette al punto da deformare il cavo, onde prevenire alterazioni delle loro caratteristiche prestazionali. Allo stesso scopo, all'interno degli armadi di permutazione dovranno essere previsti idonei pannelli passacavo, oltre alla identificazione ed alla fascettatura dei cavi, ad intervalli non eccedenti i 30 cm;
- nel caso di posa in fascio all'interno di canali, il numero massimo di cavi in un fascio è pari a 48. Non saranno accettati fasci sovrapposti. I fasci di cavi dovranno essere identificati e fascettati ogni 30 cm;
- i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore;

- nelle aree con controsoffitti e pavimenti rialzati, in cui non siano disponibili cavidotti, l'appaltatore dovrà raggruppare i cavi in fasci, con numero massimo di conduttori pari a 48. Il cablaggio delle stazioni dovrà essere realizzato con fissacavi in plastica, senza deformare la geometria dei cavi. I fasci di cavi saranno sostenuti da ganci a "J" fissati alla struttura/ossatura esistente, ad intervalli non superiori a 1,5 metri. In tutti gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio e nei locali classificati a rischio di esplosione, ed eventualmente laddove normative locali o le norme di buona tecnica lo suggeriscano, i cavi saranno del tipo LSOH (Low Smoke Zero Halogen).

### 3.2.2 Immunità dai disturbi elettromagnetici

Per quanto concerne l'immunità dai disturbi elettromagnetici, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni generali:

- è sconsigliata la posa di cavi per cablaggio strutturato in prossimità di:
  - grosse linee di potenza,
  - grandi motori elettrici,
  - dispositivi a scarica in gas,
  - fonti di rumore elettromagnetico,
  - dispositivi di potenza a SCR;
- lunghi percorsi paralleli con linee per energia devono essere realizzati in cavidotti metallici con setto divisorio. Generalmente, non creano problemi percorsi brevi in canali in resina all'interno di uffici e simili;
- poiché i cavi per cablaggio strutturato costituiscono essi stessi fonte di rumore elettromagnetico, particolari precauzioni possono essere richieste in ambienti ad uso medico, laboratori di analisi e misura, ecc.

### 3.2.3 Prevenzione incendi

La chiusura a tenuta delle aperture tra i piani, attraverso strutture antincendio e antifumo certificate, esistenti o create dall'appaltatore per il passaggio dei cavi, sarà di sua responsabilità. Dovranno essere chiuse tutte le aperture, comprese quelle eventualmente inutilizzate. Il ripristino della tenuta richiesta dovrà essere realizzato a cura dell'appaltatore per mezzo di materiali certificati e di tecniche di posa parimenti certificate dalle Autorità locali competenti in materia di Prevenzione incendi. La creazione delle aperture richieste per il passaggio dei cavi tra le postazioni, come illustrate sui disegni esecutivi dell'impianto, sarà a carico dell'impresa.

## 3.3 Cablaggio orizzontale

Il cablaggio orizzontale è costituito dai cavi che realizzano il collegamento tra l'armadio di permutazione e il posto di lavoro e i cordoni di permutazione utilizzati.

Nel cablaggio orizzontale si distinguono due tratte denominate Permanent Link e Channel:

- il Permanent Link è il tratto di conduttore che collega le prese di uscita dell'armadio di piano alle prese del P.d.L.; la sua lunghezza massima è pari a 90 m;
- il Channel è costituito dal Permanent Link più le patch cords, che collegano, lato armadio di piano, le prese di uscita con quelle di ingresso e, lato P.d.L., le prese terminali con gli utilizzatori fonia e dati; la lunghezza massima del Channel è fissata in 100 m.

Per cablaggio standard Categoria 5, i conduttori saranno costituiti da cavo FTP schermato a 4 coppie twistate 24 AWG di Categoria 5E.

I cavi dovranno essere inclusi nell'elenco UL e c (UL), del tipo CMP (LS0H) o CM (PVC), anche per la sicurezza antincendio, nonché essere realizzati da costruttore certificato ISO 9001.

Tutti i cavi dovranno essere conformi a TIA/EIA 568B, IS 11801 ed EN 50173, sezione cavi orizzontali, e far parte del Programma di certificazione e controlli successivi di reti locali UL; i cavi dovranno essere contrassegnati come Categoria 5E, verificati UL.

### *3.3.1 Specifica tecnica per cavo FTP categoria 5E FRNC*

Questo cavo sarà utilizzato per cablaggio orizzontale e verticale in edifici, in accordo con ISO/IEC 11801 e EN 50173.

#### Costruzione

Cavo categoria 5E FTP con qualità ISO/IEC (caratterizzato fino a 100 MHz), con 4 coppie schermate 24 AWG con conduttori in rame pieno nudo, isolamento in polietilene; foglio esterno in PET e ALPET, conduttore di terra, guaina esterna in materiale non propagante l'incendio e non contaminante (FRNC).

#### Caratteristiche e metodi di misura

Tutte le misure ed i metodi di misura in accordo con IEC 1156-2, pr EN50288-2-1.

#### Costruzione e dimensioni:

- conduttore:

materiale	rame rigido nudo ETP
dimensioni del conduttore	0,515 mm
isolamento principale	polietilene
diametro compreso isolamento	1,10 mm

- codice colori:

coppia 1	bianco-blu/blu
coppia 2	bianco-arancio/arancio



coppia 3	bianco-verde/verde
coppia 4	bianco-marrone/marrone
- isolante dello schermo:	
materiale	poliestere
- schermo (foil):	
materiale	alluminio/poliestere
-conduttore di terra:	
materiale	rame stagnato 26 AWG
- guaina:	
materiale	FRNC
diametro esterno	6,50 ± 0,20 mm

Caratteristiche elettriche

Massima resistenza dei conduttori	9,35 Ohm/100m
Capacità nominale a 1 kHz	50 pF/m
NVP	0,68 c
Delay skew	tipico ≤ 10 ns/100m

**Attenuazione Longitudinale**

<i>Frequenza MHz</i>	1	4	10	16	20	31,25	62,5	100
<i>Massimo dB/100m</i>	2,1	4,3	6,6	8,2	9,2	11,8	17,1	22,0
<i>Tipico dB/100m</i>	2,0	4,0	6,3	8,0	9,0	11,3	16,2	20,6

**Near-end cross talk (NEXT)**

<i>Frequenza MHz</i>	1	4	10	16	20	31,25	62,5	100
<i>Minimo dB/100m</i>	2,1	4,3	6,6	8,2	9,2	11,8	17,1	22,0
<i>Tipico dB/100m</i>	71	62	56	53	52	49	45	42

**Potenza totale (ACR)**

<i>Frequenza MHz</i>	1	4	10	16	20	31,25	62,5	100
<i>Minimo dB/100m</i>	60	49	41	36	34	28	19	11
<i>Tipico dB/100m</i>	69	59	50	46	43	38	29	22

**PSELFEXT**

<i>Frequenza MHz</i>	1	4	10	16	20	31,25	62,5	100
<i>Minimo dB/100m</i>	60,8	48,7	40,8	36,7	34,7	30,9	24,8	20,8
<i>Tipico dB/100m</i>	71	59	51	46	43	39	33	28

**PS NEXT**

<i>Frequenza MHz</i>	1	4	10	16	20	31,25	62,5	100
<i>Minimo dB/100m</i>	62,3	53,3	47,3	44,3	42,8	39,9	35,4	32,3
<i>Tipico dB/100m</i>	71	62	56	53	52	49	45	42

Impedenza di ingresso 1 ÷ 100 MHz                      100 ± 15 Ω

*Caratteristiche ambientali e generiche*

Campo di temperatura	-20°C ÷ +60°C
Peso totale (tipico)	42 kg/km
Tensione massima di lavoro	48 V rms
Massima corrente continua per conduttore (25°C)	1,4 A
Propagazione della fiamma	IEC 332-1
Potere calorifico inferiore	405 kJ/m

### **3.4 Cablaggio verticale**

#### *3.4.1 Cablaggio in rame*

Tutti i cavi a 4 coppie utilizzati per il cablaggio verticale dovranno essere di tipo identico a quelli descritti nel paragrafo precedente.

#### *3.4.2 Cablaggio in fibra ottica*

In tutte i casi sottoelencati, i collegamenti saranno realizzati in fibra ottica multimodale, con una dorsale di backup:

- dorsali di collegamento aventi lunghezza superiore a 100 m;
- cablaggi orizzontali di lunghezza superiore a 100 m;
- cablaggio intra-edificio con situazioni critiche in relazione a problemi di equipotenzialità e sovratensioni da fulmine;
- siti elettromagneticamente molto disturbati (al di là delle esigenze delle Norme sulla CEM);
- casi specifici che richiedono la massima sicurezza delle informazioni.

Inoltre:

- tutti i cavi in FO all'interno dell'edificio utilizzeranno fibre multimodali ad indice graduato, unicamente con conduttore centrale da 62,5 micron;
- le fibre saranno conformi alle specifiche EIA/TIA 492 e alle Norme ISO 11801;
- le fibre avranno una doppia capacità di lunghezza d'onda con trasmissione nelle gamme a 850 e 1300 nm;
- le fibre avranno un rivestimento D-LUX, o prodotto equivalente approvato, per assicurare il mantenimento del colore, minimizzare le perdite dovute a micropiegature e migliorare la maneggevolezza; il rivestimento potrà essere rimosso meccanicamente;
- per le realizzazioni per interni si utilizzerà fibra ottica di tipo Tight (o aderente), mentre per esterni quella di tipo Loose (o lasca). La struttura lasca consente, infatti, di assorbire le eventuali dilatazioni tecniche, indotte dai cambi di temperatura, in quanto lo spazio che separa le singole fibre fra loro è riempito di gel, che ha anche la funzione di proteggerle dall'umidità; a causa di questa peculiarità strutturale, la fibra loose non può essere utilizzata per installazioni verticali, in quanto le monofibre tenderebbero a scivolare nel gel verso il basso, creando condizioni di stress meccanico.

### 3.4.3 Specifica tecnica per le fibre multimodali di tipo loose

La fibra ottica multimodale loose dovrà essere in modularità da 4, 8, 12 fibre a sezione 50/125  $\mu\text{m}$ , con guaina in materiale non propagante l'incendio e non contaminante (LS0H).

#### Guaina

Materiale LS0H

Diametro sopra guaina  $6 \pm 0,50$  mm

#### Caratteristiche elettriche

Attenuazione a 850 nm 3 dB/km

Attenuazione a 1300 nm 0,8 dB/km

Banda passante a 850 nm 200 MHz/km

Banda passante a 1300 nm 600 MHz/km

#### Caratteristiche meccaniche

Peso nominale 33 kg/km

Tensione massima installativa 1000 N

Raggio massimo di curvatura 100 mm

Resistenza massima allo schiacciamento 2000 N.

### 3.4.4 Specifica tecnica per le fibre multimodali di tipo tight

La fibra ottica multimodale tight dovrà essere in modularità da 4, 8, 12 fibre a sezione 62,5/125 µm, con guaina in materiale non propagante l'incendio e non contaminante (LS0H).

#### Guaina

Materiale LS0H

Diametro sopra guaina (4 fibre)	4,7 ± 0,30 mm
Diametro sopra guaina (8 fibre)	6,0 ± 0,50 mm
Diametro sopra guaina (12 fibre)	7,5 ± 0,50 mm

#### Caratteristiche elettriche

Attenuazione a 850 nm	3 dB/Km
Attenuazione a 1300 nm	0,8 dB/km
Banda passante a 850 nm	200 MHz/km
Banda passante a 1300 nm	600 MHz/km

#### Caratteristiche meccaniche

Peso nominale (4/8/12 fibre)	24/35/46 kg/km
Tensione massima installativa	1000 N
Raggio massimo di curvatura (4/8/12)	70/90/100 mm
Resistenza massima allo schiacciamento	2000 N

### 3.4.5 Specifiche delle fibre monomodali

La fibra dovrà essere conforme ai metodi di prova EIA/TIA 455 e IEC 793 per gli attributi richiesti.

Le fibre saranno dotate di rivestimento D-LUX, o prodotto equivalente approvato, per assicurare il mantenimento del colore, minimizzare le perdite dovute a micropiegature e migliorare la maneggevolezza; il rivestimento potrà essere rimosso meccanicamente.

### 3.4.6 Giunzione di fibra

Il metodo di giunzione della fibra dovrà essere conforme alle seguenti specifiche:

- attenuazione di giunzione < 0,30 dB;
- riflessione < 50 dB;
- stabile da -40°C a 85°C.

### **3.5 Cablaggio esterno**

Tutti i conduttori e i cavi di fonìa posti all'esterno dovranno essere a più conduttori. I cavi in rame dovranno avere una capacità mutua a 1 kHz di 15,7 nF/1000 piedi e dovrà essere resistente ai danni meccanici, all'illuminazione o ad altri danni dovuti alle condizioni ambientali.

Il cavo aereo con nucleo ad aria dovrà essere un cavo autoportante o fissato, composto da conduttori pieni, isolati in plastica, ricoperti da un involucro con nucleo di plastica e circondati da un rivestimento interno in polietilene, una schermatura di alluminio ondulato, un involucro in acciaio ondulato ed un rivestimento in polietilene incollato (PASP).

Il cavo interrato o posato in cunicolo dovrà avere una guaina in polietilene e acciaio con aggiunta di alluminio (ASP) e un nucleo con conduttori di rame pieno, doppio isolamento con pellicola di espanso e plastica, circondato dal riempitivo FLEXGEL III.

Costruttore certificato ISO 9001.

### **3.6 Prese per il posto di lavoro**

Ciascun P.d.L. sarà attrezzato con due o tre prese RJ45 che, pur essendo perfettamente intercambiabili ai fini prestazionali, saranno dedicate genericamente una alla telefonia, una alla trasmissione dati e l'ultima a disposizione per future applicazioni.

Le prese per telecomunicazioni saranno costituite da connettori modulari RJ45 di categoria 5e ad 8 pin, per cavo schermato 4 coppie 22÷26 AWG 100 Ω, con connessione ad incisione di isolante, oppure con connessione senza l'utilizzo di attrezzi di intestazione tipo toolless.

Le prese dovranno essere di tipo per montaggio in scatola da frutto modulare tipo 503 o equivalente, per installazione sporgente a parete.

Le prese dovranno appartenere a serie integrate con i relativi accessori (scatole da frutto, supporti, placche di finitura), per garantire un'idonea resa estetica dell'impianto; non sono ammessi frutti non compatibili con gli accessori di finitura, anche se adattabili, e dovranno essere dello stesso fornitore del cavo in rame e degli armadi di contenimento del cablaggio.

Si adotteranno con componibilità in cassette rettangolari lineari da uno a tre posti, con coperchio che assicuri un grado di protezione non inferiore a IP55; la cassetta risponderà alle prove di resistenza al fuoco al filo incandescente previste dalla Norma CEI 50-11

#### **3.6.1 Caratteristiche tecniche dei frutti**

I frutti per telecomunicazioni dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche e prestazionali:

- essere ad 8 posizioni/8 conduttori;
- essere dotati di connessione ad incisione di isolante o tipo toolless;

- supportare applicazioni universali in ambiente multivendor ed accettare spine modulari RJ45;
- essere dotati, sul retro, di codice colore per il cablaggio secondo gli standard di connessione TIA/EIA 568A e 568B;
- essere conformi a TIA/EIA 568 B, IS 11801, EN 50173, sezione cablaggio orizzontale;
- far parte del programma di certificazione e controlli successivi delle reti locali UL;
- superare i requisiti minimi della categoria 5E;
- risultare conformi alla verifica UL per le prestazioni elettriche di categoria 5E;
- risultare conformi a FCC Parte 68;
- essere prodotti da Costruttore certificato ISO 9001.

### *3.6.2 Componibilità*

Ciascun posto di lavoro dovrà poter essere attrezzato con un numero di prese variabile da 2 a 3; le prese potranno essere dedicate indifferentemente al servizio fonia oppure dati.

Tutti i moduli disponibili, non occupati da prese, dovranno essere protetti con idonei falsi poli.

### *3.6.3 Scatole da frutto*

Le scatole da frutto dovranno poter essere dotate di setti divisori interni e di accoppiatori orizzontali e verticali atti a garantirne la scomponibilità, in caso di installazione affiancata o sovrapposta.

Le scatole dovranno inoltre:

- garantire la tenuta al calcestruzzo in corrispondenza degli imbocchi dei tubi;
- avere imbocchi tranciabili mediante attrezzi a punzone;
- essere dotati di attrezzi per il fissaggio di tipo a tassello con disco metallico di ritenuta in acciaio zincato e passivato, e di tipo a magnete permanente ad alta ritenuta per casseri in acciaio non forabili;
- essere di tipo autorinvenente al riguardo dello schiacciamento;
- essere realizzati in resina polipropilenica con temperature di lavoro comprese fra -10° e +110°C;
- avere superato le seguenti prove di resistenza al fuoco ed al calore anormale:

Prodotto	Impiego	Parti che non tengono in posizione parti che portano corrente
Scatole	per calcestruzzo ed equivalenti	filo incand. 650 °C – (CEI 23-9 pubbl. IEC II ed)
Raccordi, manicotti, coperchi	per calcestruzzo ed equivalenti	filo incandescente 550° (CEI 64/8)
Scatole	per pareti cave	filo incand. 850° (CEI 64/8 pubblic. IEC 670 II edizione)

### 3.6.4 Supporti

I supporti saranno in resina da uno a sei posti e dovranno essere dotati di telaio con struttura reticolare atta ad impedirne la flessione; dovranno, inoltre, essere dotati di tappo coprivite con funzione antimanomissione. L'inserzione dei frutti dovrà essere frontale, per prevenire l'eventuale sgancio del frutto durante l'inserimento della spina.

### 3.6.5 Identificazione

Ciascuna presa dovrà essere identificata con targhette colorate, con o senza portello, con simbologia dedicata per i servizi fonia e dati, disponibili in almeno 6 colori diversi.

## 3.7 Centro di distribuzione fibre (FDC)

### 3.7.1 FDC

Laddove è presente uno spazio sufficiente su un rack esistente, lo FDC potrà essere installato sullo stesso rack. La larghezza tra i due montanti del rack dovranno essere standard da 19", con uno spazio sufficiente a consentire di posizionare lo FDC sulla parte superiore del rack.

### 3.7.2 Pannelli di permutazione per fibra – Cassetto ottico

Il permutatore sarà costituito da un telaio montato, usato per la terminazione, la permutazione, l'interconnessione, la giunzione e l'identificazione di un massimo di 24 fibre nei rack delle apparecchiature.

Il cassetto ottico non occuperà più di 1,72" (4,5 cm), cioè un'unità) di spazio verticale sul rack e dovrà essere montabile su un rack da 19".

Il cassetto ottico modulare dovrà permettere la realizzazione di entrambe le connessioni SC e ST, a seconda dei moduli scelti, così da realizzare installazioni miste e saturare completamente il cassetto.

I moduli di accoppiamento per fibra ottica dovranno contenere 6 bussole ST oppure SC.

Il costruttore dovrà essere certificato ISO 9001.

### 3.7.3 Connettori ottici per connessioni di tipo ST e SC

Il connettore ottico dovrà essere di tipo precaricato; ciò significa che è stato prelaborato in fabbrica, predisponendo le operazioni di lappatura dello spezzone di fibra inserito nel connettore e quindi la sua perfetta compatibilità con la ferula. Nel connettore in oggetto è inserito un gel di riempimento, con lo stesso indice di rifrazione della fibra, per ridurre in questo modo al minimo la dispersione del segnale ottico.

I connettori ottici, siano essi ST o SC, dovranno essere per cavo in fibra ottica multimodale con guaina nuda da 900 $\mu$ m, in fibra rivestita da 250 $\mu$ m o cavo rivestito da 2,5 a 2 mm, con le seguenti caratteristiche:

- connettore ottico ST per fibre ottiche 62,5/125  $\mu$ m, completo di contenitore in alluminio e bussola in ceramica, occhiello di crimpaggio in stagno e occhiello interno in rame; dovrà, inoltre, avere lo scaricatore di sollecitazioni/protezione in elastomero plastico. La connessione sarà di tipo a freddo;
- connettore ottico SC per fibre ottiche 62,5/125  $\mu$ m, completo di contenitore termoplastico e bus sola in ceramica, occhiello di crimpaggio in stagno e occhiello interno in rame; dovrà, inoltre, avere lo scaricatore di sollecitazioni/protezione in elastomero plastico. La connessione sarà di tipo a freddo.

### 3.7.4 Bretelle ottiche

Per l'abilitazione dei link di dorsale, si devono prevedere bretelle ottiche con fibra dello stesso tipo utilizzato nelle dorsali, connettorizzate da una lato con connettore SC (o ST), dall'altro con connettore corrispondente a quello presente negli apparati attivi utilizzati (SC o ST).

## 3.8 Armadi di permutazione

### 3.8.1 Criteri di progetto del centro stella di piano

Il centro stella è fisicamente costituito da uno o più armadi di permutazione, il cui numero va stabilito in relazione al numero di prese da cablare.

Il centro stella sarà costituito da un armadio di permutazione a rack standard 19", di dimensioni adatte a contenere:

- le prese di partenza del link, in numero uguale alle prese di utenza installate (anche se non attivate);
- le prese di connessione dei terminali di link con i conduttori in arrivo dagli apparati attivi (terminali di bretella o di patch-cord);
- i supporti per i conduttori di arrivo, di partenza e delle patch-cord.

In ogni caso, l'armadio dovrà essere dimensionato per consentire una espansibilità minima pari al 20% del numero di prese installate.

Poiché il cablaggio strutturato opera in bassissima tensione, con sorgenti assimilabili a generatori di sicurezza, negli armadi è indispensabile realizzare la separazione elettrica

tra i componenti del cablaggio strutturato ed i componenti energia, garantendone il doppio isolamento.

### 3.8.2 Rack per apparecchiature

Il Costruttore degli armadi dovrà essere certificato ISO 9001 ed i rack dovranno avere le caratteristiche di seguito riportate.

#### 3.8.2.1 Caratteristiche costruttive

I quadri dovranno essere di tipo chiuso, da parete o da pavimento, di larghezza standard tra i montanti di 19", in acciaio verniciato con vernice epossidica colore grigio RAL 7035 e porta in vetro temperato da 5 mm, rispondente alla normativa per la sicurezza.

I quadri e gli armadi dovranno essere realizzati in conformità alle norme EN 60529, EN 50102 ed EN 60950.

Le caratteristiche meccaniche delle porte dovranno essere:

- carico unitario di rottura e compressione  $x_{rc}$  almeno pari  $1000 \text{ N/mm}^2$ ;
- carico unitario di rottura a flessione  $x_{rf} = 120 \div 200 \text{ N/mm}^2$ ;
- modulo di elasticità  $e = 7000 \text{ N/mm}^2$ .

I materiali utilizzati per la costruzione dei quadri e degli armadi devono essere:

- tetto e base: lamiera di acciaio di spessore 1,5 mm;
- profilati verticali: lamiera di acciaio spessore 1,5 mm;
- pannelli laterali e posteriore: lamiera di acciaio spessore 1,5 mm;
- basamento: lamiera di acciaio spessore 1,5 mm;
- copertura superiore: pannelli in lamiera di acciaio spessore 1,5 mm;
- montanti mobili: lamiera di acciaio spessore 2 mm;
- perni di massa: viti M6x12.

Verniciatura in polvere epossidica leggermente goffrata resistente alle alte temperature e alla prova nebbia salina colore grigio RAL 7035.

Gli armadi da pavimento devono essere costituiti da:

- porta anteriore reversibile in vetro temperato di sicurezza serigrafato, spessore 5 mm;
- porta posteriore con serratura;
- pannelli laterali rimovibili con serratura;
- pannelli per passaggio cavi sul tetto, asportabili;
- piedini regolabili;
- coppia di montanti regolabili in profondità;

- zoccolo integrato con piastra di ventilazione frontale (altezza 100 mm);
- traversine laterali (per il posizionamento e l'atterramento dei montanti).

I quadri da parete devono essere costituiti da:

- porta anteriore reversibile in vetro temperato di sicurezza serigrafato, spessore 5 mm;
- pannelli laterali apribili e rimovibili;
- pannello posteriore prefratturato;
- coppia di montanti regolabili in profondità;
- pannelli per passaggio cavi sul tetto e sul fondo.

Tutte le parti asportabili dell'armadio devono presentare un perno di massa M6x12, che consente di realizzare un unico nodo equipotenziale.

I quadri dovranno essere disponibili nelle seguenti configurazioni standard:

- versione da parete:
  - modularità 6, 9, 12 e 16 unità,
  - aperture superiori ed inferiori per passaggio cavi,
  - accessibilità laterale facilitata,
  - grigliature di aerazione sulla testata e sul fondo,
  - dimensioni in pianta larghezza 600 mm x profondità 380 mm;
- versione da pavimento:
  - modularità 24, 33 e 42 unità,
  - pannello posteriore e fiancate asportabili,
  - testata rimovibile per consentire l'installazione di gruppi di ventilazione,
  - aperture passacavi sul tetto e sul fondo,
  - montanti mobili arretrabili,
  - completo di piedini regolabili,
  - equipaggiabile con zoccolini o ruote.

### 3.8.2.2 Accessoriabilità

Tutti gli armadi in versione standard dovranno poter essere completati con i seguenti componenti ed accessori:

- pannelli per PDS 110 19" nelle versioni: 4U arretrato (o piatto) per il montaggio di 2 strisce 110 e 2 pannelli passacavi 2U; 2U arretrato per il montaggio di 2 strisce 110;

- pannelli frontali ciechi 19" in Al 99,6% ossidato spessore 4 mm, disponibili in almeno 3 altezze, da 1U a 3U;
- piani a sbalzo standard 19" altezza 2 U, in acciaio 20/10 verniciato RAL 7035 con portata standard 30 kg, disponibili in due profondità nominali: 255 e 400 mm;
- piani fissi in acciaio 15/10 verniciato RAL 7035, portata standard 80 kg, profondità 425 e 625 mm;
- piano di lavoro estraibile 19" per montaggio su guide telescopiche, piano in acciaio verniciato RAL 7035 e pannello in Al anodizzato, portata standard 50 kg con guide in massima estensione; profondità 440 e 640 mm;
- piastre di ventilazione naturale per armadi con larghezza 600 e 800 mm;
- gruppo di ventilazione da 2 ventole per armadi da 600 mm e da 3 ventole per armadi da 800 mm;
- coperchio parziale con spazzola passacavo;
- blocco di alimentazione 19" per apparati attivi, composto da n° 6 prese schuko, con interruttore magnetotermico, completo di accessori di montaggio e set di collegamento equipotenziale, barra DIN e pannello di copertura con profilo DIN (armadi da pavimento).

### 3.8.3 Prese di permutazione modulari RJ45

Le prese per telecomunicazioni dovranno essere costituite da connettori modulari RJ45 di categoria 5E, 8 pin, per cavo schermato 4 coppie 24 AWG 100Ω, con connessione ad incisione di isolante.

Le prese dovranno essere di tipo per montaggio ad aggancio frontale in pannello di permutazione componibile 19", come descritto di seguito, oppure fornite in pannelli di permutazione premortati, nelle seguenti configurazioni:

- pannello di permutazione precaricato, schermato, a 24 p. RJ45 categoria 5E per montaggio a rack 19" (1 unità rack); il telaio di supporto è metallico e verniciato in nero e dispone di tre blocchi di 8 connettori RJ45 schermati con predisposizione universale (568A oppure 568B). La connessione è ad incisione di isolante - tipo 110 - su morsettiera centrale e ammette l'impiego di cavi 22 - 26 AWG. È completo di targhette di identificazione sul fronte e sulla parte retrostante e di barra guida cavi da montare sul lato posteriore per facilitare il cablaggio;
- pannello di permutazione componibile 16 p. per connettori schermati FTP, a montaggio a rack 19" (1 unità rack); il telaio di supporto è metallico e verniciato in grigio RAL 7035 e dispone di 16 alloggiamenti in grado di accogliere gli appositi connettori;
- pannello di permutazione componibile 24 p. per connettori schermati FTP, a montaggio a rack 19" (1 unità rack); il telaio di supporto è metallico e verniciato in grigio RAL 7035 e dispone di 24 alloggiamenti in grado di accogliere gli appositi connettori.

- Inoltre, il blocco di terminazione dovrà supportare le applicazioni appropriate, comprese 100 Mbps, 1000 Mbps e ATM 155Mbps e facilitare la permutazione e l'interconnessione utilizzando cavi di permutazione modulari.

Un blocco 110 IDC dovrà offrire la terminazione di cavi orizzontali, di apparecchiature o di collegamento.

I pannelli componibili dovranno essere dotati di falsi poli per le sedi eventualmente non occupate da frutti.

#### 3.8.4 Blocco di terminazione di rame 110

Un blocco di terminazione dovrà supportare tutte le applicazioni e facilitare la permutazione e l'interconnessione con cavi di permutazione.

I blocchi di cablaggio dovranno essere realizzati in PVC sagomato ignifugo, con o senza gambe, a seconda del tipo di montaggio (direttamente a parete o su pannello 19”), e composti di strisce di posizionamento orizzontali per la terminazione di 25 coppie di conduttori ciascuno.

Le strisce saranno contrassegnate da cinque colori sulla dentatura alta, che separa il puntale e l'anello di ogni coppia, per determinare la posizione delle coppie; su ogni lato del blocco verrà posta una serie di strisce di rifinitura, per rifinire le coppie del cavo terminato sulle strisce di posizionamento adiacenti.

Con i blocchi di cablaggio dovranno essere forniti porta etichette chiari con inserti; le etichette degli inserti dovranno contenere righe verticali distanziate in base alle dimensioni del circuito (a 3, 4 o 5 coppie) e non dovranno interferire con la disposizione, la tracciatura o la rimozione delle bretelle dei cavi di permutazione.

Il blocco di terminazione dovrà essere in grado di accettare oltre 500 inserimenti ripetuti senza subire deformazioni permanenti e dovrà superare il test di affidabilità, consistente in non più di un mancato contatto su 10.000 collegamenti.

Le installazioni dei pannelli di permutazione dovranno contenere una canaletta di fissaggio tra ogni blocco di terminazione da 100 coppie.

Il blocco di cablaggio dovrà essere in grado di accettare conduttori di cavi 24 AWG.

Il blocco dovrà essere incluso nell'elenco UL.

Tutti i permutatori dovranno supportare gli standard 100 Mbps, 1000Mbps, e ATM 155/Mbps e dovranno soddisfare i requisiti della categoria 5E prescritti da TIA/EIA 568B, IS11801, EN50173.

#### 3.8.5 Cavi di permutazione modulari RJ45

Dovranno essere previste bretelle di permutazione (Patch-Cord) modulari, per ogni porta assegnata, sul pannello di permutazione e su ogni presa utente; tutte le patch cord dovranno essere di categoria 5E, conformi ai requisiti di EIA/TIA 568A, IS11801 e EN50173, Horizontal Cabling Section e far parte del programma di certificazione e controlli successivi di reti locali UL.



Le bretelle dovranno essere dotate, su ogni estremità, di connettore modulare a 8 pin e conformi alle lunghezze indicate; in ogni caso, la lunghezza complessiva del Channel (Permanent Link + bretelle) non dovrà superare i 100 metri.

Ogni patch-cord dovrà essere dotata di identificatore di porta ed essere costituita da conduttori flessibili 24 AWG e dovrà superare i requisiti della categoria 5E prescritti da TIA/EIA 568B, IS 11801 e EN 50173.

Le bretelle dovranno avere incorporate funzioni di esclusione, onde evitare inversioni accidentali della polarità e la divisione di coppie.

Verificati da UL per le prestazioni elettriche in conformità con EIA/TIA 568°; inclusi negli elenchi UL e c(UL) per la sicurezza antincendio.

Costruttore certificato ISO 9001.

### 3.8.6 *Terminazioni del circuito fonìa nell'armadio*

Le terminazioni dei cavi a 4 coppie per cablaggio di tipo telefonico si dovranno attestare su pannelli di permutazione a 100 coppie, chiamate strisce 110, utilizzando appositi blocchetti chiamati connecting block.

I connecting block fisseranno i cavi sulle strisce 110 e, a loro volta, le strisce 110 saranno fissate saldamente a pannelli metallici intestati; saranno, altresì, utilizzati dei passacavi fissati ai pannelli metallici utilizzati come guidacavi per ottenere un'installazione ordinata.

Tutti i cavi dovranno essere terminati in sequenza numerica.

## INDICE

### L – Sistema di telecontrollo

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ARCHITETTURA DEL SISTEMA .....</b>	<b>5</b>
3.1    GENERALITÀ.....	5
3.2    STRUTTURA DEL SISTEMA .....	5
3.2.1    Sottosistema di comunicazione.....	6
3.2.2    Sottosistema di supervisione .....	6
3.2.3    Sottosistema di automazione .....	7
<b>4. SOTTOSISTEMA DI COMUNICAZIONE FUNZIONALITÀ E CARATTERISTICHE .....</b>	<b>9</b>
4.1    CARATTERISTICHE GENERALI .....	9
4.1.1    Integrazione protocolli terzi.....	10
4.1.2    Gestibilità del sistema galleria .....	10
4.2    METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E COMUNICAZIONE .....	10
4.3    CARATTERISTICHE HARDWARE ETHERNET DI COMUNICAZIONE.....	11
<b>5. SOTTOSISTEMA DI SUPERVISIONE LOCALE - FUNZIONALITÀ E CARATTERISTICHE .....</b>	<b>13</b>
5.1    CARATTERISTICHE GENERALI .....	13
5.2    CARATTERISTICHE APPLICATIVO SOFTWARE SCADA .....	13
5.2.1    Particolarità delle pagine video.....	15
5.2.2    Pagina allarmi.....	15
5.2.3    Archiviazione dati e trend .....	16
5.2.4    Gestione sicurezza del sistema.....	16
5.3    CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE PER LO SVILUPPO DELL'APPLICATIVO SCADA.....	17
5.3.1    Graphical User Interface .....	18
5.4    CARATTERISTICHE HARDWARE SCADA.....	21
<b>6. SOTTOSISTEMA DI AUTOMAZIONE A PLC - FUNZIONALITÀ E CARATTERISTICHE .....</b>	<b>22</b>
6.1    CARATTERISTICHE GENERALI .....	22
6.2    CARATTERISTICHE GENERALI UNITÀ RIO DA MONTARE ALL'INTERNO DEI QUADRI ELETTRICI .....	23

6.3	CARATTERISTICHE APPLICATIVI SOFTWARE PLC.....	23
6.3.1	<i>Gestione della ventilazione in galleria.....</i>	23
6.3.2	<i>Gestione antincendio.....</i>	28
6.3.3	<i>Gestione illuminazione.....</i>	30
6.3.4	<i>Gestione impianto antincendio.....</i>	30
6.3.5	<i>Gestione impianto pressurizzazione filtri.....</i>	30
6.3.6	<i>Gestione dei trasformatori.....</i>	30
6.3.7	<i>Controlli e impostazioni.....</i>	31
6.4	CARATTERISTICHE HARDWARE PLC.....	31
6.4.1	<i>Caratteristiche generali.....</i>	31
6.4.2	<i>Caratteristiche ambientali.....</i>	31
6.4.3	<i>Struttura hardware.....</i>	31
6.4.4	<i>Caratteristiche Alimentatori.....</i>	32
6.4.5	<i>Caratteristiche CPU.....</i>	32
6.4.6	<i>Caratteristiche Moduli di Ingresso ed Uscita, Discreti, analogici e speciali 33</i>	
6.4.7	<i>Caratteristiche del Software di sviluppo dei PLC.....</i>	35
6.5	GESTIONE DELLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE.....	37
6.5.1	<i>Struttura database.....</i>	37
6.5.2	<i>Sequenza operazioni di preparazione.....</i>	40
6.5.3	<i>Comportamento dopo un'ispezione.....</i>	40
6.5.4	<i>Comportamento dopo una manutenzione.....</i>	41
6.5.5	<i>Gestione stampe / consultazione.....</i>	41
<b>7.</b>	<b>MODALITÀ DI ACCETTAZIONE DELLA FORNITURA.....</b>	<b>42</b>
7.1	PROVE IN OFFICINA.....	42
7.2	GARANZIE E AFFIDABILITÀ.....	42
7.2.1	<i>Generalità.....</i>	42
7.2.2	<i>Garanzie di buon funzionamento.....</i>	43
7.2.3	<i>Garanzie di prestazioni.....</i>	43
7.2.4	<i>Documentazione della fornitura.....</i>	43
7.3	CORSI DI ISTRUZIONE DEL PERSONALE.....	48



## 1. OGGETTO

La presente specifica tecnica descrive le principali caratteristiche del sistema di telecontrollo delle gallerie e degli altri impianti telecontrollati; tale sistema consentirà il controllo locale delle gallerie ed interventi di set-up, diagnostica, rilievo dati e, soprattutto, manutenzione.

Sarà possibile, per scopi di manutenzione, tramite PC portatile, visualizzare ed acquisire i dati dai singoli locali tecnici, collegandosi direttamente sui PLC o sui nodi della rete Ethernet; inoltre, il sistema in oggetto sarà connesso, tramite rete pubblica, alla stazione operativa remota.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Le apparecchiature in esame saranno rispondenti alle Leggi, Norme e Raccomandazioni in vigore e, in particolare:

- Norme CEI 65-23 (EN 61131-1) “Controllori programmabili - Parte 1: Informazioni generali”.
- Norma CEI 65-33 (EN 61158-2) “Bus di campo per i sistemi di controllo industriali - Parte 2: Specifica del livello fisico e definizione del servizio”;
- Norma CEI 65-39 (EN 61131-2) “Controllori programmabili - Parte 2: Specificazioni e prove delle apparecchiature”;
- Norma CEI 65-40 (EN 61131-3) “Controllori programmabili - Parte 3: Linguaggi di programmazione”;
- Norma CEI 65-70 (EN 61131-5) "Controllori programmabili – Parte 5: Comunicazioni”;
- Norma IEC 61158 - 3 to 6 “Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems (Parts 3 to 6)”;
- Norma EN 50170 “General purpose field communication system”;
- Raccomandazioni CCITT G652 “Characteristics of a single-mode optical fibre cable”;
- Standard EIA RS-485 “Electrical Characteristics of Generators or Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems“
- Norme UNI EN 13321-1:2006 “Comunicazione dati per rete di automazione in applicazioni HVAC - BACnet, Profibus, World FIP”;

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell’installazione.

I componenti elettrici da impiegare nella costruzione delle apparecchiature in oggetto dovranno essere muniti di marchio IMQ, o di altro marchio di conformità alle norme di uno dei Paesi della Comunità Economica Europea; inoltre, dovranno avere la marcatura CE.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. ARCHITETTURA DEL SISTEMA

#### 3.1 Generalità

Il sistema di automazione previsto, ha lo scopo di controllare tutti gli impianti a servizio della galleria, tramite PLC installati nei locali tecnici.

Da queste postazioni locali di supervisione sarà possibile richiamare le pagine video riportanti, ad esempio:

- sinottici degli impianti tecnologici della galleria, con la rappresentazione in modalità dinamica (cioè con lo stato di acceso - spento per l'illuminazione) degli impianti d'illuminazione;
- schema elettrico dinamico della distribuzione primaria;
- misura della luminanza esterna e della corrispondente luminanza all'interno della galleria e confronto con la curva teorica UNI;
- predisposizione dei valori sui regolatori;
- allarmi impianti, con registrazione dell'ora, giorno, mese, anno;
- andamento (trend) dei valori misurati;
- analizzatori di rete – misure dei parametri di rete;
- misure ed allarmi UPS;
- PLC: stato I/O e connessioni alla rete.

Il sistema di telecontrollo sarà alimentato da gruppi statici di continuità (UPS), con massima variazione della tensione stabilizzata  $\pm 1\%$ , o direttamente in dalla rete pubblica, in caso di guasto o manutenzione del sistema UPS.

#### 3.2 Struttura del sistema

L'architettura hardware e software evidenziata prevede l'utilizzo di apparecchiature e pacchetti applicativi dell'ultima generazione. Al fine di garantire la massima flessibilità operativa e la massima apertura del sistema, nonché un'estrema facilità d'uso da parte del personale preposto alla sua gestione, dovranno essere utilizzate le architetture e le piattaforme attualmente più diffuse sul mercato.

L'utilizzo di tecnologie, consolidate, attuali, flessibili ma pronte anche ad evoluzioni e necessità future rende il "sistema galleria" preparato per l'eventuale:

- successiva integrazione di altri sottosistemi
- integrazione del sistema stesso in altre soluzioni tecnologiche.

Le soluzioni qui presentate prevedono un ridotto numero della tipologia dei componenti adottati che porta a:

- ridotta quantità del numero di parti di ricambio

- soluzioni modulari
- semplicità di apprendimento
- ridotto numero di strumenti di diagnostica

### 3.2.1 Sottosistema di comunicazione

Il sottosistema di comunicazione sarà basato sull'utilizzo di reti "aperte" e standard:

- Hardware di rete Ethernet;
- protocolli per Ethernet TCP/IP e Modbus
- estrema capacità di comunicazione
- utilizzabile per l'integrazione di comunicazioni di altre apparecchiature come le protezioni elettroniche.

Le sottoreti adottate saranno omogenee con la principale, in modo da semplificare l'interoperabilità fra le stesse. L'adozione del protocollo Modbus per le comunicazioni seriali faciliterà questa attività.

### 3.2.2 Sottosistema di supervisione

Il sottosistema di supervisione previsto dovrà essere costituito da una stazione operativa per l'integrazione di tutti i sottosistemi di automazione e periferiche. Questa unità dovrà essere disponibile in ambiente Windows XP o Windows 2003 Server e con architettura client / server, con un'interfaccia utente semplice ed intuitiva; dovrà possedere caratteristiche di sistema aperto (SCADA), in grado di integrare i più comuni PLC di mercato sia con protocolli proprietari che standard, ed in grado di supportare la tecnologia OPC, sia in modalità client che server.

Sistema scalabile con possibilità di modificare le proprietà del singolo nodo del sistema in modo completamente trasparente ai vari utenti.

Il sistema di supervisione deve gestire le funzionalità di Clustering: possibilità di dialogare con più workstation simultaneamente (fino a un max di 255).

Il sistema di supervisione deve essere completamente ridondante. La ridondanza deve interessare tutti i livelli dell'applicazione: le variabili, gli allarmi, i trend, i report, il codice. Il tutto deve essere configurabile e non deve richiedere nessuna ingegnerizzazione dell'applicazione. Per quanto riguarda la storicizzazione dei trend, i dati sulle due stazioni devono sempre essere allineati.

Il sistema deve prevedere la possibilità di essere decentrato tramite differenti configurazioni client. Il Cliente web non deve richiedere utilizzo di software speciali ma deve utilizzare Web Server come MS IIS o Apache Tomcat. Inoltre il web cliente deve prevedere la possibilità di eseguire codice a livello locale.

Il sistema di supervisione deve consentire collegamenti ai database relazionali per scambio dati bidirezionale, utilizzando anche tecnologia XML.

Il sistema di supervisione deve supportare le piattaforme hardware di nuova concezione a multiprocessore, questo per consentire l'instradamento di ogni singolo task su un processore differente al fine di suddividere il carico di lavoro su più CPU.

Connettività con i dispositivi di campo: possibilità di utilizzare più dispositivi contemporaneamente con ottimizzazione integrata delle richieste qualora il nr. di dispositivi collegati sia molto elevato.

Connettività con programmi di terze parti. Il sistema di supervisione deve integrare una shell API che permetta di accedere ai database di allarmi, variabili e trend tramite applicazioni esterne scritte con uno di questi linguaggi: C, C++, C#, VBA, VB..

Il sistema di supervisione deve integrare uno strumento di analisi dei dati di processo (Process Analyst) che consenta di analizzare e confrontare le variabili di trend e di allarme su un unico layout completamente configurabile in runtime.

Il sistema di supervisione deve integrare un editor di script multithread e multitasking che supporti funzioni di accesso e controllo a qualsiasi oggetto dell'applicazione. Deve inoltre essere disponibile un Kernel che consenta di interagire e di fare diagnostica sul codice sia in fase di sviluppo che durante il runtime dell'applicazione.

Tutti gli allarmi del sistema di supervisione devono poter essere suddivisi per categorie (fino ad un max di 1024). Inoltre, per ciascuna categoria deve essere possibile definire una modalità di logging (storicizzazione degli allarmi) differente.

Il sistema di supervisione deve supportare la funzione di Time Stamped (al ms) sia su allarmi digitali che analogici.

Sicurezza: il sistema di supervisione deve supportare combinazione di utenti illimitati con possibilità di attribuire i privilegi ad oggetti o ad aree dell'applicazione, sino ad un max di 255 aree differenti.

Le licenze dello SCADA dovranno essere calibrate sul numero di punti scambiati con i vari PLC e moduli in campo, e dovranno comunque essere espandibili in caso di nuove o successive necessità di integrazione. L'ambiente SCADA non dovrà obbligare la committenza all'acquisto di quote di rinnovo periodico (ad es. annuale) delle licenze d'uso.

Lo SCADA dovrà offrire l'opportunità di disporre di webclient con licenze integrate lato server.

### **3.2.3 Sottosistema di automazione**

L'architettura del sottosistema di automazione prevede l'applicazione del concetto di intelligenza distribuita. Ogni sezione della galleria disporrà di un PLC con capacità di elaborazione e di comunicazione indipendente: risposta ad interrogazioni esterne, attivazione autonoma su evento. Il sottosistema di automazione dovrà poter essere mantenuto, dal punto di vista software, completamente dall'esterno della galleria. Dovrà quindi essere possibile accedere a tutti i servizi di ingegneria specifici per i PLC di controllo installati in galleria. Gli I/O remoti eventualmente presenti saranno gestiti dal PLC di competenza tramite rete Ethernet TCP/IP Modbus. L'accesso in comunicazione al PLC, dal sistema di supervisione avverrà tramite porta Ethernet



TCP/IP Modbus integrata nella CPU. Per consentire una diagnostica in condizioni di emergenza, la stessa porta integrata nella CPU del PLC permetterà la consultazione di pagine di diagnostica e dati tramite un WEB Browser standard presenti nella CPU del PLC.

L'architettura di sistema di automazione dovrà permettere il funzionamento dell'impianto in modo autonomo, senza necessità delle funzionalità previste per la postazione operatore; in questi casi, sarà possibile realizzare un piccolo sistema completamente funzionale, senza alcun degrado funzionale del sistema.

## 4. SOTTOSISTEMA DI COMUNICAZIONE FUNZIONALITÀ E CARATTERISTICHE

### 4.1 *Caratteristiche generali*

La rete di comunicazione all'interno delle gallerie utilizzerà, come supporto fisico, la fibra ottica monomodale, 9/125. La rete sarà in configurazione ad anello, in modo da garantire maggior disponibilità nel caso di guasti delle apparecchiature o rotture in seguito ad eventi esterni. La tecnologia di rete sarà Ethernet TCP/IP con protocollo Modbus per tutte le apparecchiature di automazione.

L'utilizzo di questo standard di comunicazione ai diversi livelli di automazione della galleria (PLC, I/O remoti) consente una facile integrazione di altri servizi non prettamente di automazione, che potranno sfruttare una infrastruttura già presente e performante.

L'adozione dello standard Ethernet TCP/IP Modbus è in relazione alla elevata disponibilità sul mercato di prodotti che adottano questa tecnologia ma soprattutto, alla estrema facilità ed economicità di implementazione di questa modalità di comunicazione:

- nel sistema operativo consolidato quale Microsoft Windows ( nelle sue diverse varianti)
- nei sistemi operativi emergenti: es. Linux.
- le specifiche del protocollo sono pubbliche
- nessuna royalties per il suo utilizzo.

Saranno adottati Switch Ethernet (almeno uno per ogni PLC coinvolto nel sistema) a 100 Mbit con integrate, dal lato anello ottico, le connessioni passanti in fibra ottica a standard 100baseFX e dal lato quadro di automazione più connessioni in rame con connettore a standard RJ45.

Le CPU dei singoli PLC di automazione disporranno di connessione integrata 100 BaseTX quindi con connettore RJ45.

I gruppi di I/O remoti, se presenti, disporranno di interfaccia di comunicazione integrata a standard Modbus TCP/IP Ethernet con possibilità di comunicazione 10 o 100 Mbit e saranno anch'essi supportati da switch con gestione anello ottico e porte RJ45.

Ethernet Modbus TCP/IP fornisce le modalità per un efficiente interscambio di dati per :

- valori binari di ingressi ed uscite;
- valori numerici/analogici di ingressi ed uscite;
- valori numerici;

Lo standard Modbus TCP/IP dovrà essere utilizzato per la comunicazione:

- fra i controllori e gli eventuali relativi gruppi di I/O remoti

- fra i diversi controllori
- fra i controllori e la postazione di supervisione.

#### 4.1.1 Integrazione protocolli terzi

Il sottosistema di supervisione e di automazione dovranno comunque essere in grado di integrare protocolli proprietari di altri costruttori; a titolo indicativo, i principali protocolli potranno essere:

- CS31
- Profibus DP
- CANopen
- Arcnet
- Modbus RTU
- FBP con possibilità di protocolli neutri o custom

#### 4.1.2 Gestibilità del sistema galleria

L'utilizzo della tecnologia Ethernet TCP/IP ha lo solo scopo di fornire la totale capacità di gestione, dall'esterno e a distanza, della galleria di ogni attività sui PLC e delle relative apparecchiature ad esse correlate in termini di:

- programmazione
- download / upload programmi
- analisi dati
- diagnostica

L'architettura di sistema non dovrà quindi richiedere gateway e/o front-end per le attività relative al download o upload dei software applicativi; dalla postazione operatore dovrà quindi essere possibile accedere a tutti i servizi di ingegneria specifici per i PLC di controllo installati in galleria.

Tutto questo senza interrompere le attività di supervisione, diagnostica e di servizio della galleria stessa.

## 4.2 Metodologie di elaborazione e comunicazione

Le tecniche di elaborazione e comunicazione permetteranno:

- di reagire in modo istantaneo nei confronti di necessità locali , inviando in modo immediato segnalazioni di anomalie e/o di emergenza agli altri PLC ed al sistema di supervisione; questa modalità, definita su eccezione, consente di ottenere un'elevata velocità di reazione del sottosistema galleria.
- di poter elaborare ed impostare localmente differenti configurazioni in relazione delle funzionalità locali

- di poter effettuare comunque attività di polling deterministico, con una modalità denominata I/O scanner.
- di portare allo stesso livello di comunicazione tutti i partecipanti alla rete, che si potranno comportare come Client o come Server, richiedere informazioni o essere informato su un determinato evento senza dover effettuare attività, ad esempio, di polling.

#### **4.3 Caratteristiche hardware Ethernet di comunicazione**

L'hardware di comunicazione per la rete Ethernet principale, fra i PLC e PLC, fra PLC e SCADA, e secondaria fra i PLC e gli eventuali I/O remoti, sarà costituito da switch industriali Ethernet le cui caratteristiche sono qui sotto riportate:

- Costruttore: Cisco o similari approvati
- Alimentazione: 24 VDC, -25% + 33%, ridondata con disaccoppiamento
- Protezione sovraccarico Fusibile Termico
- Temperatura di funzionamento: 0-55 °C
- Umidità 10%-95% (senza condensa)
- Protezione Laser: Classe 1 conforme
- Protezione : IP20
- Immunità alle interferenze: EN 61000-4-2 Livello 3, -3 Livello 3, 4 livello 3, -5, -6 livello 3
- Vibrazioni Shock meccanici: IEC 60068-2-27 Test Ea / -6 Test Fc
- Porte di comunicazione: 2 \* 10/100 T/TX minimo (PLC e Servizio), preferibile 5. 2 porte ottiche monomodali connessioni SC
- Modalità gestione anello ottico: Hiper-Ring;
- Configurazione e Gestibilità: via Web Browser
- Segnalazioni: Errori di comunicazione con contatto libero da potenziale
- Emissioni condotte: EN55022 classe B
- Emissioni radiate: EN 55022 classe A, CFR-47 Parte 15 classe A, EN 55011 A
- Approvazioni: UL508, UL1604 Class 1 Div 2, e UL60950, CSA C22.2 14 (cUL mark), CSA C22.2 213 Class 1, Div 2 (cUL



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

mark), CSA No. 60950 (cUL mark), CE  
and IEC 61131-2

## 5. SOTTOSISTEMA DI SUPERVISIONE LOCALE - FUNZIONALITÀ E CARATTERISTICHE

### 5.1 *Caratteristiche generali*

Dalla postazione di supervisione locale, è possibile visualizzare e controllare:

- lo stato attuale dell'impianto, in tempo reale, tramite le pagine video;
- gli allarmi attuali e storici;
- le misure delle varie grandezze e delle variabili di processo;
- i trend delle variabili di processo;
- il set-up delle varie funzioni;
- il comando di start-stop dei singoli ventilatori, delle pompe antincendio, ecc.

Il sistema di supervisione locale, deve essere essenzialmente composto da:

- un personal computer, come stazione operatore di supervisione/controllo generale dell'impianto e per gestione / configurazione nodi;
- una stampante laser B/N per i report;
- software SCADA, completo di licenze;
- software per la gestione e configurazione dei nodi.

Il sistema di supervisione deve rispettare una serie di requisiti:

- possibilità di espansibilità;
- facilità d'uso e riconfigurazione da parte degli addetti.

### 5.2 *Caratteristiche applicativo software SCADA*

Sarà a carico dell'Appaltatore lo sviluppo degli applicativi software necessari a rendere compatibile l'impianto, oggetto dell'appalto, con i sistemi in uso presso la Committente.

Per evitare un'eccessiva occupazione di banda sulla rete dati, il sistema di compressione video che verrà adottato non dovrà avere prestazioni inferiori a quelle offerte da MPEG4.

Con il software sviluppato per la stazione operatore locale si potranno gestire, visualizzare, gli stati e/o allarmi degli impianti.

Il sistema di supervisione deve essere in grado di:

- avvisare acusticamente e visivamente le anomalie che dovessero interessare gli impianti, in particolare:
  - allarmi disservizi ventilatori;
  - allarmi disservizi alimentazione ventilatori;

- allarmi disservizi ventilatori pressurizzazione filtri;
- allarmi disservizi rilevatori velocità e direzione aria;
- allarmi disservizi rilevatori CO e opacità;
- allarmi disservizi quadri alimentazione pompe antincendio;
- allarmi disservizi pompe antincendio;
- allarme di basso livello vasca e serbatoi;
- allarme di bassa pressione circuiti H2O;
- allarme apertura porte locali SOS ed accesso al cunicolo;
- allarme prelievo idranti / manichette;
- allarme di presenza incendio in galleria;
- allarme di presenza incendio nel cunicolo e nelle camere di servizio;
- allarme di presenza incendio in cabina;
- allarme di presenza estranei in cabina;
- allarmi del gruppo elettrogeno;
- allarmi del gruppo di continuità (UPS);
- allarmi degli interruttori della distribuzione MT e bt;
- allarmi dell'impianto di illuminazione;
- allarme livello inquinamento;
- segnalare attraverso pagine video, dove saranno riportati gli schemi grafici della galleria con i ventilatori, l'illuminazione, lo schema idraulico per la rete antincendio e gli stati della utenze facenti parte degli impianti, in particolare:
  - indicazione livello inquinamento (CO + OP);
  - indicazione velocità e direzione aria;
  - indicazioni sulla quantità e tipo di automezzi transitanti in galleria nei due sensi di marcia;
  - stato del gruppo elettrogeno (GE);
  - stato del gruppo di continuità (UPS);
  - stati degli interruttori della distribuzione MT e bt;
  - stati dell'impianto di illuminazione;
  - stati e pronti dei ventilatori;
  - stati e pronti delle pompe;
  - indicazione e registrazione dei livelli (vasche, serbatoi);
  - indicazione e registrazione pressione di rete (H2O e aria);

- comandare, tramite stazioni dedicate sulle pagine video, la marcia e l'arresto dei singoli ventilatori, delle pompe antincendio e di ricircolo.

### 5.2.1 Particolarità delle pagine video

Nella barra superiore delle pagine video del sistema di supervisione sono mostrate le "informazioni di base", osservando le quali ed i sinottici relativi è possibile conoscere la situazione attuale della galleria, con riferimento a diversi fattori quali, ad esempio:

- sistema di ventilazione: sinottico dinamico dell'impianto, stato dei ventilatori, ecc.;
- anemometri: velocità e direzione dell'aria;
- sistema di illuminazione: sinottico dinamico con i vari circuiti e grandezze illuminotecniche rilevate dai sensori, scostamenti con i valori teorici;
- impianto H2O antincendio: sinottico dinamico dell'impianto con le grandezze misurate, trend della pressione sulla rete, ecc.;
- accesso al cunicolo di fuga e locali SOS: sinottico dinamico comprendente lo stato delle porte;
- sistema di distribuzione elettrica: sinottico dinamico dei vari livelli di tensione, visualizzazione delle grandezze misurate (analizzatori di rete);
- trasformatori di potenza: gestione dell'inserzione delle macchine;
- gruppo elettrogeno: sinottico dinamico;
- sistema UPS;
- impostazione delle soglie;
- parametri;
- regolazioni;
- set-up regolatori;
- strumentazione: CO, OP, O2, idrocarburi;
- allarmi;
- stato degli ingressi / uscite delle schede dei PLC.

La barra superiore, con le informazioni di base, è sempre presente in tutte le pagine video, così come la barra inferiore, che permette la navigazione tra le pagine del sistema di supervisione.

### 5.2.2 Pagina allarmi

Dovranno essere presenti 2 pagine di allarme, la prima contenente solo gli allarmi attivi, l'altra contenente lo storico degli allarmi occorsi nel sistema, con informazioni dettagliate come data/ora di inizio e di fine dell'allarme. Ogni allarme sarà, mantenuto in memoria per un tempo predefinito.

Dovrà essere possibile applicare filtri e selezioni sugli allarmi, ad esempio per data/ora di inizio, zona di competenza o per una qualsiasi parola contenuta nella stringa di allarme.

### 5.2.3 Archiviazione dati e trend

I dati più significativi, come ad esempio il valore della pressione di rete, i livelli della vasca e dei serbatoi, le grandezze elettriche ecc., dovranno essere archiviati su HD. La frequenza di campionamento utilizzata dai trend dovrà essere personalizzabile in sede di sviluppo e concordata con la committenza. In caso di particolari segnali con le cui variazioni potrebbero essere estremamente veloci, il sistema di trending dovrà essere in grado di campionare questi segnali ad almeno 50ms.

La durata storica dei dati di trend dovrà essere personalizzabile.

### 5.2.4 Gestione sicurezza del sistema

Il sistema dovrà mettere a disposizione un ambiente di setup per la definizione dei parametri di seguito elencati.

Definizione degli utenti, con relative passwords, che avranno diritto di accesso al sistema, con identificazione dei programmi che potranno essere eseguiti, del tipo di accesso, dei comandi eseguibili e delle loro modalità di esecuzione.

Il numero di passwords e di utenti definibili, con modalità di accesso differenziate, non dovrà essere in alcun modo limitato.

Definizione delle stampanti collegate alla stazione di lavoro e della loro funzionalità

Dovranno essere disponibili livelli multipli di accesso ai dati ed ai diversi applicativi con livelli di operatività diversi anche per singolo applicativo. Ciò permetterà al manager di sistema il controllo di tutti gli utenti che potranno accedere al sistema, con funzioni diverse nella gestione del database e degli applicativi, e con menù limitati alle funzioni cui l'operatore avrà accesso.

I livelli multipli di accesso potranno essere così sintetizzati:

- modifica / creazione / cancellazione database di sistema;
- modifica / creazione / cancellazione database grafico e relative librerie;
- accesso all'interfaccia grafica, in relazione ai diversi tipi di grafici ed al loro contenuto: ad esempio, accesso concesso ad un determinato grafico, con modalità di sola visualizzazione e/o con possibilità di controllo dei relativi punti contenuti, in relazione alla classificazione di appartenenza;
- creazione / modifica / visualizzazione del database dei programmi orari, ecc.

Per ogni utente dovrà essere possibile definire uno scollegamento automatico (log-out) per inattività, allo scopo di prevenire operazioni indesiderate su postazioni operatore lasciate inavvertitamente collegate (log-in); dovrà essere anche disponibile una funzione di screen-saver, con un tempo di inattività predefinito dal system manager compreso tra 1 e 60 minuti.

Il sistema deve avere la possibilità di definire almeno 250 classi di accesso (punti, simboli grafici, grafici, ecc.), con le quali permettere o meno l'accesso al sistema da parte degli utenti; deve avere, inoltre, la possibilità di definire almeno 9 livelli di privilegi, con i quali permettere ad ogni gruppo di utenti la possibilità di operare su un determinato oggetto, fermo restando l'accesso alla classe di appartenenza.

### **5.3 Caratteristiche del software per lo sviluppo dell'applicativo SCADA**

Il software della postazione operatore comprenderà tutti i moduli richiesti dalla gestione e, per una migliore flessibilità, produttività e adattabilità, sarà improntato sull'utilizzo costante del concetto di Client/Server:

- **Client Builder:** Strumento per la realizzazione dell'interfaccia utente. Tramite questa task sarà possibile operare sul sistema galleria visualizzando e gestendo in modo grafico dinamico quanto in essa accade. Opera in modalità Client .
- **Alarms and Events:** È lo strumento con il quale verranno acquisiti e memorizzati i principali eventi del sistema; da stati e variabili provenienti dai sottosistemi si automatizza alle attività operatore
- **Real-Time and Historical Trend:** È lo strumento per il trattamento e la visualizzazione dei dati sottoforma di Trend , sia in versione real-time che storica.
- **Report Generator:** È lo strumento con il quale saranno generate informazioni strutturate nei formati previsti: dal cartaceo allo standard HTML.
- **Device Interfaces:** È lo strumento che permetterà principalmente l'interfacciamento con il sottosistema di automazione e l'integrazione con altri sottosistemi non direttamente gestiti dai PLC.
- **Event Time Manager:** È lo strumento per la gestione ad intervalli ciclici o singoli di attività del sistema SCADA. Necessario per il controllo di eventi temporali con i quali sarà necessario effettuare un coordinamento.
- **Math and Logic Operations:** Strumento necessario per il trattamento e la messa in relazione di variabili e stati presenti nel sistema galleria.
- **XML Adapter:** Strumento che servirà per l'integrazione, in modo semplice ed efficace con applicativi esterni SCADA, di ultima generazione che utilizzano questo standard.

Sono descritte le principali caratteristiche del software di sviluppo dell'applicativo SCADA

### 5.3.1 Graphical User Interface

#### 5.3.1.1 Client Builder

Client Builder è lo strumento che sarà utilizzato per creare l'interfaccia utente dell'applicazione. Con esso si possono sviluppare pagine grafiche visualizzabili in modo dinamico durante la fase di run-time.

Client Builder è un OPC client che comunica con il server presente sullo stesso PC o con altri OPC Server presenti sulla rete. Durante le attività di supervisione, il Client Builder invia richieste al real-time database dell'OPC Server e da qui alle diverse unità di automazione presenti nell'impianto. L'OPC Server ha la possibilità di comunicare in modo standard anche con sistemi di alto livello quali Manufacturing Execution Systems (MES) e Enterprise Resource Planning (ERP)

Client Builder supporta inoltre funzionalità di visualizzazione allarmi, trend in tempo reale e storici, analisi dati storici attraverso controlli ActiveX.

Le caratteristiche principali del Client Builder sono:

- Gli elementi del Client Builder, possono essere editati, combinati e memorizzati in librerie per un riutilizzo successivo.
- Disponibilità di una estesa libreria di oggetti grafici dinamici, dal semplice pulsante a complesse parti di attrezzature
- Capacità di gestione di finestre multiple ognuna delle quali con dedicati livelli di sicurezza
- Possibilità di integrazione di controlli ActiveX provenienti da terze parti
- Ambiente standard di sviluppo Microsoft Visual Studio. Ogni oggetto grafico può essere ricondotto ad un VBA script e quindi liberamente modificato in ogni sua proprietà.
- Lo sviluppo grafico prevede strumenti per un trattamento semplice ed efficace degli oggetti.
- I simboli sono "class-based" ed "object-oriented". Ogni volta che un simbolo è modificato, esso è automaticamente modificato in tutte le zone dove esso è stato applicato, sia a livello grafico che a livello dati.
- I grafici dinamici sono facilmente verificabili tramite due separate finestre dove, su una viene visualizzata la sezione attualmente in lavorazione, sull'altra la stessa sezione in modalità run-time.

#### 5.3.1.2 Alarms and Events

Questo strumento permette l'acquisizione di tre principali eventi:

- Eventi generati dal sistema SCADA stesso compresi problemi di rete, errori nelle diverse task.
- Eventi generati da PLC o da altri sistemi di controllo
- Eventi generati da attività operatore quali ad esempio, riconoscimento allarmi

Gli allarmi rappresentano un sottoinsieme di eventi e sono configurati in base ad ogni evento generato. Gli allarmi sono intesi principalmente per informare/avvisare l'operatore in merito ad una situazione che può richiedere una sua azione, ad esempio l'attività di riconoscimento la quale indica che l'operatore si è preso in carico il problema. Gli allarmi sono riconoscibili individualmente o a gruppi. Gli allarmi possono anche essere disabilitati. Queste attività ( riconoscimento e disabilitazione ) sono acquisite come azioni operatore e memorizzate. Il sistema di visualizzazione degli allarmi o eventi è disponibile nel Client Builder con il nome di Alarm Viewer. Quest'ultimo strumento possiede funzionalità di filtraggio ed elencazione (sort) per proprietà. Gli allarmi possono essere inoltre raggruppati in modo gerarchico in modo da renderne più semplice la loro consultazione. Funzionalità grafiche permetteranno di visualizzare un "alarm banner" nella pagina grafica dinamica di galleria in modo da poter tenere sotto controllo gli ultimi allarmi di sistema.

#### 5.3.1.3 Real-Time and Historical Trend

All'interno del Client Builder, sarà disponibile la funzione Trend Control, attraverso la quale sarà permesso all'utilizzatore di interagire con il Trend Server. Sarà possibile visualizzare trend sia in tempo reale che storico relativi a variabili precedentemente configurate per questa attività. I dati potranno essere visualizzati in modo grafico attraverso linee o bargraph. Sarà possibile gestire fino a 8 variabili trend per visualizzazione con attività di ingrandimento e scorrimento.

#### 5.3.1.4 Report Generator

Lo strumento Report Generator permette di creare report basati su tutte le variabili presenti nel real-time database. I report possono essere generati in formato: disk file, cartaceo (stampa) o ASCII file per poter essere resi disponibili per altre applicazioni. Sarà possibile originare file report in XML per poter permettere l'interscambio di informazioni in Internet con altre applicazioni in grado di gestire il formato XML. Infine, un report potrà essere generato in HTML in modo che sia possibile visualizzarlo tramite un Web Browser Standard.

#### 5.3.1.5 Event Time Manager

Lo strumento Event Time Manager (ETM) permette la configurazione di oggetti, funzioni e parametri che saranno soggetti ad una specifica schedulazione. Esempi di schedulazione possono essere eventi con ripetizione ciclica: ogni fine settimana.

#### 5.3.1.6 Device Interfaces

Lo strumento Device Interfaces permetterà l'acquisizione di dati da PLC o RTU. Oltre ai protocolli standard previsti per questa applicazione, (Modbus TCP/IP) è disponibile

un OPC Client il quale consente di acquisire dati in tempo reale senza la necessità di specifici driver di comunicazione. Questi dati, provenienti da OPC Server terzi, saranno depositati e resi disponibili nel real-time database.

#### 5.3.1.7 Real-time Database Browser and Debugger Tool

Lo strumento Database Terminal (DBT) permette di gestire in lettura e scrittura dati on-line ed in real-time di sistema, in qualsiasi applicazione essi siano utilizzati. Questa funzione consente una approfondita attività di diagnostica e simulazione del sistema. E' possibile sfruttare questa funzionalità anche per dati presenti di sistema in un qualsiasi real-time database presente sulla stessa rete.

#### 5.3.1.8 Historian

Lo strumento Historian permette di comunicare con database esterni in modo da creare, scrivere leggere ed aggiornare tabelle di database. Historian è specifico per alcuni database. I database supportati sono

- SQL Server 2000 utilizzante ODBC (Standard Edition)
- Oracle 9i
- Sybase ASE 12.5
- Altri database relazionali con supporto ODBC support come Informix e DB2/2

#### 5.3.1.9 Database Browser

Il Database Browser fornirà la possibilità, all'interno del Client Builder, di connessione con un database relazionale, come SQL Server, e consentire operazioni di visualizzazione del suo contenuto in modo tabellare. La visualizzazione è aggiornata automaticamente per mostrare le più recenti acquisizioni.

#### 5.3.1.10 Interpreted Math and Logic Operations

Lo strumento Interpreted Math and Logic utilizza un linguaggio di programmazione per eseguire operazioni di natura matematica o logica, in combinazione con variabili presenti nel real-time database. I valori/variabili risultanti da queste operazioni possono essere per controllare/attivare ogni funzione di sistema.

#### 5.3.1.11 Timed Events and Intervals

Questo strumento è utilizzato per definire eventi a tempo e intervalli di tempo che possono essere utilizzati per iniziare e controllare ogni funzione del sistema.

#### 5.3.1.12 Programmable Counters

Lo strumento Programmable counters permette di effettuare attività di conteggio per unità di tempo all'interno dell'applicativo SCADA. I risultati di questi contatori in avanti o indietro potranno essere utilizzati per controllare/attivare ogni funzione di sistema.

#### 5.3.1.13 XML Adapter

Lo strumento XML adapter permette ad applicazioni basate su tecnologia Web di leggere e scrivere nel real-time database utilizzando documenti XML.

#### 5.3.1.14 FLOCX

Lo strumento FLOCX è un controllo ActiveX utile per l'interfacciamento con task OLE Server in modo da permettere connessioni con altri programmi che supportano questo metodo di comunicazione.

#### 5.3.1.15 File Manager

Lo strumento File Manager gestisce file su drive locali o Server remoti e trasferisce file da una locazione all'altra.

#### 5.3.1.16 Dynamic Data Exchange

Dynamic Data Exchange (DDE) aggiorna dati automaticamente e regola come e quando questi dati saranno trasportati fra programmi quali Microsoft Word or Excel.

### 5.4 **Caratteristiche hardware SCADA**

Il PC per ognuna delle stazioni locali di supervisione avrà le seguenti caratteristiche:

Alimentazione:	230 V, 50 Hz;
Struttura	Minitower / Tower
Processore:	Pentium IV 3000 MHz e Fsb 266 MHz o superiore;
Memoria:	RAM 512 MB di DDRAM;
Capacità Hard Disk:	120 GB;
Memoria scheda video:	128 MB;
Modem:	56K V90 interno PCI;
Interfaccia di rete:	Ethernet 10/100 integrata;
Floppy drive:	3,5"
Monitor:	20" a colori lcd;
Stampante:	Laser 16 pagine/minuto o superiore;
Periferiche:	Tastiera e mouse PS2;
Porte:	n° 2 porte seriali RS 232, una porta parallela, 2 porte USB
sistema operativo:	Microsoft Windows 2000, XP professional, o superiore.

## 6. SOTTOSISTEMA DI AUTOMAZIONE A PLC - FUNZIONALITÀ E CARATTERISTICHE

### 6.1 *Caratteristiche generali*

I PLC saranno montati, preferibilmente, nei quadri elettrici di zona, oppure in apposito armadio di adeguate dimensioni; in questo secondo caso, il quadro dovrà avere la struttura metallica autoportante in lamiera piegata e costituire un pannello modulare standard ed avrà le seguenti caratteristiche:

- spessore della lamiera 2 mm;
- grado di protezione:
  - IP 30 a porte chiuse,
  - IP 20 a porte aperte;
- portelle dotate di maniglie a chiave;
- sulla portella del quadro saranno disponibili i pulsanti per il reset di eventuali blocchi e le principali segnalazioni (blocco o allarme attivo);
- morsettiere interne di interconnessione verso il campo; le morsettiere possono essere realizzate direttamente con i moduli di interfaccia per le uscite digitali;
- lo spazio interno dovrà prevedere la possibilità di incrementare del 20% il numero di morsetti e il numero delle schede del PLC, tenendo presente che le riserve installate dovranno essere pari al 10% del totale utilizzato;
- all'interno dell'armadio dovrà essere prevista una resistenza anticondensa e ventilazione degli apparati tramite termostato di comando, una busta porta schemi;
- l'interno dovrà inoltre essere illuminato;
- arrivo cavi dall'alto;
- dovranno essere previsti circuiti di alimentazione diversi per gli ingressi, le uscite, le alimentazioni delle unità a 230 Vca, l'alimentazione del sistema di supervisione;
- treccia di connessione con il circuito di terra;
- verniciatura a fuoco;
- targhe:
  - targhetta identificativa del quadro, secondo il progetto generale,
  - targhette sul singolo componente interno ed esterno, con indicazione corrispondente allo schema esecutivo,
  - targhe sull'esterno indicanti la funzione dell'elemento, con chiara spiegazione delle posizioni.

Dovranno essere rispettate tutte le specifiche e limitazioni dettate dai costruttori dei PLC; tra queste, in particolare si sottolinea:

- il PLC dovrà essere ubicato separatamente dalle apparecchiature di potenza dei motori da controllare;
- separazione dei circuiti tra ingressi e uscite;
- masse collegate direttamente al collettore di terra del quadro di controllo;
- circuiti di potenza separati dai conduttori di ingresso.

## **6.2 Caratteristiche generali unità RIO da montare all'interno dei quadri elettrici**

Le unità RIO (Remote Input/Output) da montarsi all'interno dei quadri elettrici privi di unità di elaborazione dedicata (PLC) devono potersi collegare per mezzo di cavo seriale RS485 al PLC più vicino.

Dovrà essere previsto uno spazio disponibile per eventuali ampliamenti pari al 20 % della superficie occupata.

Dovrà essere previsto un alimentatore a 230V - 50Hz di ingresso.

La tipologia generale di tutti i RIO dovrà essere del tipo Modulare.

Montaggio su guida profilata e successivo blocco con vite.

Le sollecitazioni meccaniche permesse dovranno essere conformi alle norme IEC-68 per le vibrazioni e alle IEC-62 per lo shock.

Funzioni diagnostiche per anomalie di funzionamento, mancanza moduli mediante gestione remota in tempo reale e Pannello LCD locale sul fronte del CPU.

## **6.3 Caratteristiche applicativi software PLC**

### **6.3.1 Gestione della ventilazione in galleria**

#### **6.3.1.1 Comandi**

Ciascun ventilatore dovrà essere gestito nei seguenti modi:

- automatico da PC;
- manuale da PC;
- automatico da PLC;
- manuale da quadro elettrico.

##### **6.3.1.1.1 Automatico da PC**

Con il selettore (presente sul quadro di nicchia che alimenta il ventilatore) posto in posizione automatico, la marcia e l'arresto dei ventilatori in condizioni di esercizio viene controllato dal software installato sul server sulla base dei valori limite per la concentrazione di CO e per l'Opacità, fissati dal gestore, nonché in funzione del regime di traffico rilevato nella singola canna. La direzione di mandata dei ventilatori in

condizioni normali di esercizio, in caso di traffico bi-direzionale, è stabilita dal sistema di controllo sulla base dei dati di traffico ed anemologici in corrispondenza dei portali di accesso alla struttura.

In condizioni di emergenza incendio l'impianto di ventilazione è attivato secondo la procedura descritta nel paragrafo gestione evento di incendio. Questo al fine di instaurare, in condizioni di traffico monodirezionale scorrevole, un flusso d'aria nella direzione di marcia e disattivarlo invece, in condizioni di traffico congestionato o bi-direzionale.

#### **6.3.1.1.2 Manuale da PC**

I ventilatori possono essere attivati singolarmente attraverso l'interfaccia utente fornita dal software client.

#### **6.3.1.1.3 Automatico da PLC**

Qualora il software installato sul PLC rilevi un malfunzionamento sul PC server esso attiva una procedura di base in grado di consentire l'esercizio in sicurezza della galleria.

La procedura di emergenza deve essere implementata a monte della realizzazione del programma server al fine di consentire l'esercizio della galleria anche in fase di realizzazione programma server.

Il software PLC deve, in ogni caso, implementare le seguenti funzioni.

Funzioni base:

- acquisizione del segnale di allarme dal sistema di rivelamento incendio;
- acquisizione del segnale di traffico congestionato dal sistema di monitoraggio del traffico;
- verifica del malfunzionamento dei ventilatori sulla base di un valore di soglia del livello di vibrazione che si verifichi per un tempo fissato, escludere la macchina dall'esercizio, dare un segnale di allarme luminoso.

Funzioni in condizioni di esercizio:

- attivazione di tre livelli di ventilazione affatto analoghi ai livelli previsti dalle pulsantiere:
  - ventilazione naturale,
  - ventilazione meccanica parziale,
  - ventilazione meccanica totale sulla base di tre valori soglia di OP-CO impostabili dall'utente-gestore per un tempo fisso impostabile dall'utente;
- in condizioni di traffico congestionato o bi-direzionale attivare una procedura di avviamento dei ventilatori analoga alle condizioni di traffico scorrevole rispettivamente nella direzione di marcia o in una direzione pre-impostata dall'utente-gestore.

Funzioni in condizioni di emergenza incendio:

- verificato l'allarme incendio, in caso di traffico congestionato, provvede ad attivare un numero di ventilatori pre-impostato dall'utente-gestore,
- verificato l'allarme incendio, in caso di traffico scorrevole, provvede ad attivare un numero di ventilatori pre-impostato dall'utente-gestore.

#### 6.3.1.1.4 Manuale da MCC

Il ventilatore viene gestito in modo manuale per mezzo dei due pulsanti posti sul quadro di potenza; i circuiti ausiliari del quadro sono predisposti per evitare manovre errate da parte del personale, quali l'arresto e l'avvio immediato del ventilatore nel senso di ventilazione opposto.

Per la scelta della direzione del flusso d'aria negli acceleratori, in manuale, si utilizza, sempre nel quadro di potenza (MCC), un selettore a 2 posizioni:

- manuale direzione 1;
- manuale direzione 2.

#### 6.3.1.2 Inversione direzione ventilazione

L'inversione della ventilazione è gestita da un algoritmo in grado di minimizzare il rapporto consumo energetico / microclima e comfort in galleria, nonché di elaborare:

- i valori istantanei dei sensori disponibili;
- i dati storici archiviati in una banca dati.

#### 6.3.1.3 Rilievi dei sensori

Il valori misurati dai sensori, prima di essere utilizzati per la gestione dell'impianto, sono elaborati ed archiviati in una banca dati; i dati relativi ad ogni sensore sono soggetti ad analisi statistica per determinare ed acquisire i valori medi e le varianze, stimati su una base temporale impostabile e variabile tra 10 e 60 minuti.

Il sistema, inoltre, deve essere dotato di un archivio a breve termine, in grado di immagazzinare i parametri statistici caratteristici di ogni sensore ad intervalli di tempo pari a 15 s per 24 ore; al termine delle 24 ore, il sistema esegue un'analisi dei dati, al fine di rilevare eventuali malfunzionamenti dei sensori e separa i dati dall'archivio corrente.

#### 6.3.1.4 Livelli di CO e OP

La ventilazione è gestita in base a 4 tipi di situazioni diverse, a ciascuna delle quali è associato un valore massimo di CO e opacità, secondo le indicazioni fornite da AIPCR/PIARC:

- traffico scorrevole;
- traffico congestionato giornaliero su tutte le corsie;
- traffico congestionato eccezionalmente su tutte le corsie;

- lavori di manutenzione all'interno della galleria.

#### 6.3.1.5 Regolazione ventilatori

I ventilatori sono gestiti da un controllore digitale preposto a:

- assicurare il comfort all'interno della struttura;
- minimizzare i consumi energetici;
- gestire il regime di ventilazione;
- controllare la velocità del flusso longitudinale in galleria.

I parametri di controllo sono ottimizzati attraverso opportuni algoritmi, in grado di elaborare i dati storici misurati dalla strumentazione in dotazione.

#### 6.3.1.6 Ore di funzionamento dei ventilatori

Per ogni motore viene conteggiato e memorizzato il tempo per cui rimane avviato.

Il software sceglie i ventilatori da avviare e da arrestare, in modo da minimizzare la differenza tra le ore di funzionamento dei vari ventilatori.

#### 6.3.1.7 Numero di interventi dei contattori dei ventilatori

Pero ogni motore è registrato ed archiviato il numero di interventi del relativo contattore, per poterlo sostituire una volta che ha raggiunto il numero di interventi nominali.

#### 6.3.1.8 Gestione avvio / arresto

L'avvio di più ventilatori avviene sempre in modo sequenziale, ad intervalli di tempo impostabili dall'utente, al fine di non creare sovraccarichi sulla rete.

In condizioni di esercizio, un ventilatore avviato può essere fermato solo dopo un determinato intervallo di tempo, impostabile dall'utente; in condizioni incidentali, è arrestato all'atto del segnale di allarme.

Dal momento dell'arresto di un motore, deve intercorrere un tempo minimo, impostabile dall'utente, prima che possa essere riavviato.

#### 6.3.1.9 Funzione simulazione

La funzione simulazione consente di emulare variazioni nei valori delle grandezze di campo, al fine di verificare la reazione del sistema di controllo.

Le grandezze soggette ad emulazione sono:

- il valore del CO e opacità per ogni strumento installato;
- il valore della velocità del vento all'esterno della galleria;
- il valore della velocità del flusso longitudinale in galleria;

- il valore del flusso di traffico, della velocità media del traffico e del regime di traffico per ogni corsia.

#### 6.3.1.10 Diagnostica

Il software del programma server deve essere in grado di eseguire le seguenti procedure di diagnostica:

- diagnosi giornaliera: tutti i ventilatori installati devono essere stati attivati per almeno 15 min ogni giorno al fine di verificarne la funzionalità;
- manutenzione predittiva: deve essere calcolato il livello equivalente del valore misurato dai sensori di vibrazione su basi temporali pre-impostati al fine del confronto con valori di soglia impostati;
- manutenzione ordinaria: deve essere eseguita una procedura di avviamento e inversione della ventilazione di tutti i ventilatori;
- manutenzione straordinaria: deve essere eseguita una procedura di avviamento e inversione del verso di mandata di tutti i ventilatori con registrazione dei tracciati vibrometrici e termici.
- diagnosi: diagnosi degli strumenti installati e indicazione dei malfunzionamenti effettuata ad intervalli di tempo prestabiliti;
- taratura: taratura degli strumenti installati;
- verifica di congruità del sistema: verifica di allineamento della direzione del flusso con il verso di rotazione dei ventilatori, verifica di compatibilità della velocità del flusso in galleria con il numero di ventilatori attivi, verifica di uniformità della velocità dell'aria nei diversi settori di ogni singola canna, verifica di apertura dei by-pass.

#### 6.3.1.11 Gestione della ventilazione in condizioni di esercizio

Il modulo di controllo della ventilazione in condizioni di esercizio presente sul server deve essere in grado di:

- garantire la qualità dell'aria all'interno della struttura in diverse condizioni di esercizio;
- ottimizzare il funzionamento del sistema di ventilazione ai fini del risparmio energetico.

La ventilazione è gestita in base a 4 tipi di situazioni diverse a ciascuna delle quali sono associati valori massimi di CO e Opacità impostabili dall'utente. I valori di riferimento sono fissati secondo le indicazioni fornite da AIPCR/PIARC per le seguenti condizioni:

- traffico scorrevole
- traffico congestionato giornaliero su tutte le corsie
- traffico congestionato eccezionalmente su tutte le corsie

- lavori di manutenzione all'interno della galleria.

### 6.3.2 Gestione antincendio

#### 6.3.2.1 Gestione antincendio automatica

Il sistema di rivelazione incendio fornisce due tipi di allarme al sistema di gestione:

- *pre-allarme*, attivato quando il valore di concentrazione di CO, ovvero il valore di opacità rilevato da uno dei sensori supera il valore di soglia pre-impostato per un intervallo di tempo pre-impostato;
- *allarme*: attivato nei seguenti casi:
  - allarme attivato dal responsabile della sicurezza, per via remota;
  - il valore di concentrazione di CO, ovvero il valore di opacità rilevato da tre sensori supera il valore di soglia pre-impostato;
  - allarme attivato dal sistema di videosorveglianza (TVcc).

Il pre-allarme cessa nel caso in cui, entro un intervallo di tempo pre-impostato, i valori dei parametri di controllo scendono al di sotto dei valori di soglia.

Il software di gestione consente al responsabile della sicurezza di impostare la conferma del pre-allarme, ed il successivo passaggio all'allarme, al verificarsi di una o più tra le seguenti condizioni:

- un ulteriore sensore di CO-OP rivela valori al di sopra delle soglie;
- si verifica un rallentamento improvviso del flusso di traffico nei minuti precedenti;
- si verificano due o più pre-allarmi entro un periodo di tempo massimo fissato pari al doppio del tempo di decadenza del pre-allarme;
- il sistema di controllo verifica che le velocità del flusso longitudinale in galleria non risultano compatibili con le condizioni di traffico e meteo-climatiche.

Le condizioni di allarme, pre-allarme confermato, pre-allarme, cessato allarme sono comunicate in sala di controllo attraverso un segnale acustico ben distinguibile, in caso di presidio, e comunicate via sistema di comunicazione mobile, ovvero via rete ai responsabili della sicurezza istituzionali e dell'ente gestore.

La condizione di pre-allarme confermato decade nel caso in cui entro un periodo di tempo impostabile (minimo 15 minuti) non si sia passati alla condizione di allarme; in tale caso, il sistema di gestione riprende a funzionare in modalità esercizio.

In caso di allarme, si attiva il sistema di chiamata e vengono contattate le squadre preposte a combattere l'incendio (squadre antincendio del gestore o Vigili del Fuoco); i semafori sono portati al rosso ed un appropriato messaggio viene attivato sui pannelli a messaggio variabile, per impedire l'ingresso in galleria di altri utenti.

Si rileva in quel momento il senso di direzione e la velocità dell'aria; in funzione della posizione dell'incendio, della velocità dell'aria, della direzione di propagazione (che

sarà, molto probabilmente quella dell'aria) il sistema elabora la soluzione ottimale di funzionamento della ventilazione, secondo i criteri seguenti.

Se la situazione di incendio si trova vicino ad un imbocco (entro 400 m) e la direzione dell'aria lo spinge verso l'interno, i ventilatori vengono attivati in modo da spingerlo comunque verso l'esterno.

Tale situazione può essere ribaltata qualora si verificasse, in base all'intensità del vento naturale, che la spinta dei ventilatori fosse insufficiente a sovrastare la contropressione atmosferica; in questo caso, la ventilazione viene attivata al fine di raggiungere una velocità dell'aria in galleria di circa 2,5 m/s.

L'obiettivo del raggiungimento e della stabilizzazione della velocità dell'aria intorno ai 2,5 m/s è fondamentale per la destratificazione dei fumi, senza che l'aria fresca sia di alimento per l'incendio; questo fine deve essere raggiunto nel minor tempo possibile, per cui il software di controllo presenta un algoritmo di integrazione dei fenomeni della variazione della velocità dell'aria con comparazione dei segnali che provengono dai gruppi sensori in galleria.

Se la velocità dell'aria naturale è attorno al valore ottimale, il sistema di ventilazione resterà fermo.

Se la posizione dell'incendio è più interna, il sistema di ventilazione si attiverà automaticamente, se necessario, con direzione di spinta uguale a quello della circolazione dell'aria in quel momento.

Se al manifestarsi dell'incendio il sistema di ventilazione è già in funzione, il sistema di telecontrollo provvederà a regolare la velocità del flusso e, se necessario, modulerà l'impianto mediante la parzializzazione on-off delle macchine.

Gli impianti di illuminazione saranno attivati al 100%.

Inoltre, viene inviato un segnale al quadro di potenza per escludere il controllo delle temperature degli avvolgimenti (termistori), al fine di evitare interventi in caso sia necessario liberare rapidamente la galleria dai fumi generati dall'evento di incendio.

La gestione automatica della ventilazione prevede la sua taratura nel corso di una prova a fuoco presidiata dalle autorità competenti e legalmente riconosciuta.

#### 6.3.2.2 Gestione locale antincendio e manutenzione

In caso di incendio, i Vigili del Fuoco e/o gli addetti al soccorso possono intervenire sulla ventilazione operando sulle pulsantiere posizionate ai due ingressi della galleria.

La gestione avviene con i seguenti pulsanti luminosi:

- ventilazione OFF;
- ventilazione parziale direzione SUD;
- ventilazione totale direzione SUD;
- ventilazione parziale direzione NORD;
- ventilazione totale direzione NORD.

È prevista, inoltre, l'opzione di ventilazione per lavori di manutenzione in galleria, che ha la funzione di variare la condizione operativa del sistema di gestione della ventilazione, al fine di mantenere i valori di opacità e concentrazione di monossido di carbonio al di sotto delle soglie raccomandate dal PIARC.

La gestione attraverso la pulsantiera è realizzata in maniera tale da avere sempre un solo pulsante operante, segnalato dall'accensione della lampada corrispondente; le segnalazioni luminose danno le informazioni sull'intensità della ventilazione e sulla direzione della rotazione dei ventilatori.

Nel momento in cui viene premuto uno dei pulsanti, la gestione dei ventilatori passa direttamente alle pulsantiere locali; per ritornare alla gestione automatica, occorre premere il pulsante di ripristino installato sul fronte del quadro in cabina.

Il numero dei ventilatori che si avviano in caso di ventilazione totale e parziale, è gestito dal software del PLC di controllo ed è impostabile sia dalle stazioni di supervisione locale, ubicate nelle cabine, sia dalla stazione di supervisione remota (non facente parte di questo progetto) installata nella centrale operativa compartimentale.

### **6.3.3 Gestione illuminazione**

I PLC dedicati alla supervisione dell'illuminazione dovranno acquisire i dati provenienti dai quadri luce, dove sono installati i regolatori di flusso; per la gestione vedere l'apposito capitolo delle presenti Norme Tecniche.

### **6.3.4 Gestione impianto antincendio**

I PLC dedicati al controllo dell'impianto antincendio dovranno acquisire i dati provenienti dalle vasche e dall'impianto e comandare le pompe, come è descritto nell'apposito capitolo delle presenti Norme Tecniche.

### **6.3.5 Gestione impianto pressurizzazione filtri**

I PLC dedicati al controllo dell'impianto di pressurizzazione dei filtri di accesso al cunicolo di fuga dovranno acquisire i dati provenienti dal campo e comandare i compressori dell'aria come è descritto nell'apposito capitolo delle presenti Norme Tecniche.

### **6.3.6 Gestione dei trasformatori**

Il sistema provvederà ad inserire in rete i trasformatori di cabina in base all'effettivo assorbimento di potenza da parte delle utenze.

Quando la potenza assorbita supera il valore di 300 kW, andrà inserito anche il secondo trasformatore; quando la potenza assorbita, invece, scende sotto il valore di 325 kW, uno dei due trasformatori dovrà essere staccato, mediante l'apertura degli interruttori di protezione sia MT, sia BT.

Per ogni macchina viene conteggiato e memorizzato il tempo per cui rimane in servizio; il software sceglie il trasformatore da avviare e da arrestare, in modo da minimizzare la differenza tra le ore di funzionamento di ciascuno.

### 6.3.7 Controlli e impostazioni

Sul nodo di rete di ogni cabina elettrica, sarà disponibile un attacco dati Ethernet, per il collegamento di un personal computer portatile; su tale computer dovrà essere possibile, per mezzo di apposito programma, l'impostazione e la visualizzazione di tutte le variabili di controllo di ciascun PLC.

Sul medesimo computer portatile, si dovrà poter visualizzare e controllare anche ogni altro PLC collegato all'anello nel sistema.

## 6.4 Caratteristiche hardware PLC

### 6.4.1 Caratteristiche generali

Conformità alle norme specifiche dei controllori programmabili	Conformità alle norme specifiche ai controllori programmabili: EN 61131-2 (IEC 1131-2), CSA 22-2, UL 508, UL 746C, UL 94
Conformità alle Direttive Europee	marcatura 

### 6.4.2 Caratteristiche ambientali

Temperatura di funzionamento:	0 ... + 60 °C
Temperatura di immagazzinaggio:	-25 ... + 70 °C
Umidità relativa (senza condensa):	5 ... + 95 %
Altitudine	0 ... 2000 m
Tenuta alle vibrazioni:	Conforme alla norma IEC 68-2-6 Prove FC
Tenuta agli choc meccanici	Conforme alla norma IEC 68-2-27 Prove EA

### 6.4.3 Struttura hardware

Struttura modulare componibile



Installazione dei moduli (alimentatori, processori, moduli I/U Digitali/Analogici moduli speciali,..) su rack

Possibilità di sostituire sotto tensione, qualunque modulo difettoso, con riconfigurazione automatica del nuovo modulo e presa in carico dei parametri utente.

#### 6.4.4 Caratteristiche Alimentatori

Prestazioni elettriche.	Possibilità di utilizzare moduli in Tensione CC o in CA con isolamento galvanico 24 ... 48 Vcc , 100.. 120 Vca , 200 ... 240 Vca
-------------------------	--

#### 6.4.5 Caratteristiche CPU

Architettura hardware	Sistema multiprocessore con coprocessore matematico per calcoli in virgola mobile Processore integrato per la gestione di loops complessi di regolazione.
Sistema operativo	multitask con gestione di almeno 64 task a interrupt associate direttamente a moduli di ingressi digitali o speciali. Aggiornabile via software
Modalità esecuzione programmi	Esecuzione del programma nella task principale in modalità ciclica o periodica (tempo ciclo impostato dall'utente).
Orodatario	Disponibile
Porte di comunicazione integrate	N° 2 porte seriali integrate RS232 e RS485 per il collegamento simultaneo di un terminale di programmazione e di un dispositivo di visualizzazione. Le porte seriali dovranno avere integrati i seguenti protocolli: - Modbus RTU - ASCII - CS31 N° 1 porta di comunicazione a standard Ethernet 10baseT / 100baseTX con protocollo Modbus TCP/IP Client /Server La CPU dovrà comunque poter essere equipaggiata con Porte Ethernet aggiuntive fino ad un massimo di 8.
Memoria	Espandibilità della memoria interna attraverso moduli di memoria in formato Smart Card o SD. Possibilità di strutturare liberamente la memoria interna (RAM) in zona dati e zona programma.



	Possibilità di salvaguardare la memoria dati e rappresentazione simbolica su modulo esterno formato Smart card o SD.
Capacità di elaborazione	8 - 16 - 32 - 64 bit.
Gestione I/O	Possibilità di gestire fino a 4096 I/U digitali, 512 I/U analogici, 64 vie specializzate
	Possibilità di distribuire qualunque modulo su 16 rack utilizzando il bus dati del PLC
	Possibilità di remotare qualunque tipo di modulo (digitale, analogico, posizionamento, pesatura, ecc.) a una distanza non inferiore ai 100 mt., utilizzando il bus dati del PLC quali CS31, CAN-OPEN, Devicenet etc, senza l'utilizzo di moduli elettronici specifici di remotazione e mantenendo inalterato il livello delle prestazioni indipendentemente dalla collocazione geografica dei moduli stessi.

#### 6.4.6 Caratteristiche Moduli di Ingresso ed Uscita, Discreti, analogici e speciali

I moduli dovranno avere la doppia tecnologia di collegamento: a morsettieria estraibile (anche sotto tensione) e a connettore per moduli ad alta densità.	
I moduli di ingresso ed uscita dovranno avere un isolamento di tipo galvanico tramite fotoaccoppiatore.	
Tutti i moduli compresi CPU e alimentatore, dovranno avere un circuito interno di autodiagnosi con visualizzazione dei difetti direttamente sul modulo interessato tramite display LCD posto sul fronte della CPU e tasti funzione.	
Ingressi ed uscite discrete: modularità e caratteristiche elettriche	8, 16, 32, 64 punti Ingressi 24-48 VCC, 24-48-100...120-200...240 VAC PNP o NPN isolati Uscite statiche a 24...48Vcc Relè (Vcc o Vca) o triac (Vca)
Ingressi ed uscite analogiche: modularità, caratteristiche elettriche e risoluzione.	4, 8, 16 punti Ingressi multigamma (tensione, corrente, termocoppie, termosonde, PT100, PT1000, NI1000 senza ausilio di convertitori) Risoluzione 12 bit configurabili via software e senza dispositivi hardware Uscite gamma tensione e corrente, risoluzione 12 bit
Moduli di conteggio, modularità e caratteristiche elettriche	2, 4 e 6 vie configurabili come IN o OUT frequenza max di 50 kHz



Moduli reflex (per semplici ma veloci elaborazioni gestite direttamente dal modulo di I/O)	ingressi e uscite del modulo programmabili tempi di risposta <0,5 ms
Moduli di sicurezza	conformità EN60204-1, EN418
Moduli di comunicazione per le seguenti reti:	Modbus RTU Ethernet TCP/IP Modbus CS31 Arcnet CAN-OPEN Devicenet Trasparenza tra i diversi tipi di rete senza l'ausilio di bridge Possibilità di ridondanza delle reti su protocollo Ethernet TCP/IP Modbus, Profibus, CAN-OPEN o Devicenet Disponibilità di supporti elettro/ottici
Moduli di comunicazione per fieldbus	Modbus RTU Ethernet TCP/IP Modbus CS31 Devicenet Arcnet CAN Open Profibus-DP
Moduli di comunicazione seriale	RS232 D, RS485/422, a bordo della CPU Current Loop Standard ASCII Protocollo Modbus ASCII o RTU Protocollo Client/Server Ethernet TCP/IP Disponibilità di supporti elettro/ottici
Moduli Web Server	in grado di contenere pagine compatibili con i linguaggi: 1. HTML, JAVA, JVM, VBScript, JScript 2. possibilità di lettura/scrittura variabili di processo 3. diagnostica di sistema integrata in formato HTML con accesso diretto ai dati delle schede di ingresso/uscita 4. accesso tramite browser Internet 5. integrazione con i sistemi informatici con protocolli specifici (SNMP, FTP, NTP, ecc.)



#### 6.4.7 Caratteristiche del Software di sviluppo dei PLC

Versione	Codesys V2.01 o più recente
Linguaggi, standard, numero e tipologia	<p>Il software di programmazione dovrà avere 6 linguaggi di base. I linguaggi dovranno essere conformi alla norma IEC 1131-3:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. linguaggio a Blocchi funzione (FBD)</li><li>2. linguaggio a Lista di istruzioni (IL)</li><li>3. linguaggio a contatti Ladder (LD)</li><li>4. linguaggio Letterale strutturato (ST)</li><li>5. linguaggio Grafcet (SFC)</li><li>6. linguaggio Grafcet (CFC)</li></ol>
Compatibilità	Windows 2000, Windows XP o più recenti
Caratteristiche funzionali	<p>Il software dovrà integrare tutte le funzioni per la messa in servizio dei moduli speciali fino alla manutenzione e alla diagnostica.</p> <p>Il software dovrà permettere la programmazione in modo simbolico e dovrà permettere la configurazione grafica del sistema.</p> <p>Deve essere possibile eseguire commenti in ogni zona della programmazione.</p> <p>La programmazione dovrà effettuarsi sia off-line che online.</p> <p>Dovrà essere possibile creare "blocchi funzione" personalizzati e parametrizzati a più livelli</p> <p>Possibilità di programmazione con linguaggio "ST" e "CFC".</p> <p>Possibilità di simulare il software senza ausilio di PLC o altro hardware, inoltre possibilità di realizzare semplici visualizzazioni anche mediante il software di programmazione.</p>
Unità di programmazione	Computer Microsoft compatibile
Set di istruzioni	Il PLC dovrà disporre oltre alle funzioni base anche un set di funzioni avanzate e di funzioni aritmetiche avanzate.

Istruzioni IEC avanzate :

1. registri 16 bit LIFO o FIFO, programmatori ciclici
2. su tabelle di parole e di doppie parole
3. su parole flottanti
4. logiche su parole, doppie parole e numeri reali
5. aritmetiche su parole, doppie parole, flottanti (integrali,
6. trigonometriche,logaritmiche)
7. su tabelle di parole
8. di conversione binarie
9. di gestione del tempo
10. di processo (loop controller)
11. catena di caratteri
12. su programma

Istruzioni IEC avanzate :

1. registri 16 bit LIFO o FIFO, programmatori ciclici
2. su tabelle di parole e di doppie parole
3. su parole flottanti
4. logiche su parole e doppie parole
5. aritmetiche su parole, doppie parole, flottanti (integrali, trigonometriche,logaritmiche)
6. su tabelle di parole
7. di conversione binarie
8. di gestione del tempo
9. di processo (loop controller)
10. catena di caratteri
11. su programma



Oggetti indirizzabili

oggetti bit (bit interni, bit sistema, bit di blocchi funzione, bit estratti di parole interne.

oggetti indicizzati: bit (ingressi, uscite e interni), parole interne (semplici/doppie lunghezza e flottanti), tabella di parole interne.

oggetti parole : parole interne semplici lunghezza, doppia lunghezza, flottanti parole costanti semplice lunghezza, doppia lunghezza, flottante, parole di ingressi/uscite del modulo, catena di caratteri, parole di blocchi funzione.

oggetti indicizzati (bit interni e costanti)

oggetti strutturati : catena di bit (bit I/U, interni e Grafcet), parole interne/costanti in semplice e doppia lunghezza, flottanti e parole sistema, catena di caratteri (parole interne e costanti)

## 6.5 Gestione delle attività di manutenzione

### 6.5.1 Struttura database

#### 6.5.1.1 Utenza da controllare tipo

Nome campo	Tipo	N° caratteri	Note
Codice	alfanumerico	20	chiave principale obbligatoria
Sigla commerciale	alfanumerico	30	
Marca	alfanumerico	30	
Descrizione	alfanumerico	80	obbligatorio almeno 10 caratteri
Riferimento schema	alfanumerico	60	
Foto	link		link ad una foto prelevata da una cartella predefinita; la foto deve essere di formato specificato (ad esempio tutte 640x480)
Raggruppamento	lista		con raggruppamenti predefiniti in fase di costruzione del programma
Manuale operativo	link		link ad un file in formato pdf da recuperare in una cartella predefinita
Dati di acquisto	link		link ad un file in formato pdf da recuperare in una cartella predefinita
Schema elettrico	link		link ad un file in formato pdf da recuperare in una cartella predefinita
Pianta topografica	link		link ad un file in formato pdf da recuperare in una cartella predefinita
Costo di acquisto	numerico	20	campo da compilare a cura della ditta di gestione e/o del Committente

**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6****PROGETTO ESECUTIVO****Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

Nome campo	Tipo	N° caratteri	Note
Codice di priorità	numerico	da 1 a 100%	identifica la priorità da assegnare all'utenza

## Note

- tutti i campi sono opzionali, tranne il codice (che deve essere univoco) e almeno una parte della descrizione, per evitare di inserire solo il codice senza compilare nulla
- i link puntano a file esterni in formato pdf (ed uno ad una foto). Cliccando sull'icona del file si richiama Acrobat Reader e si carica il file; si può, così, associare al componente tutta la sua documentazione, dagli schemi elettrici, alle piante per la sua localizzazione, dal manuale operativo/manutenzione, ai dati per l'acquisto
- i raggruppamenti sono fissi; come optional si può creare la tabella dei raggruppamenti modificabile
- esiste un campo interno che conteggia il numero delle regole (vedi più avanti) che utilizzano il componente. Se un componente è utilizzato in una regola, non può essere cancellato; si possono modificare tutti i campi, tranne il codice, per non perdere il riferimento esterno

## 6.5.1.2 Database interventi

Nome campo	Tipo	N° caratteri	Note
Codice	alfanumerico	20	chiave principale obbligatoria
Tipo	lista		assegnato / libero
Utenza	lista/ parametri		prelevata dalla tabella utenza, obbligatoria se l'utenza è assegnata (deve avere una corrispondenza nelle tabelle calcolata dal PLC o dal PC); se, invece, il tipo è libero, non è associato a nessuna utenza, nel tal caso il tipo dell'intervento sarà solo a tempo fisso
Tipo intervento	misto		definisce il tipo dell'intervento, che può essere: ogni x ore di funzionamento; ogni x spunti; ogni x tempo libero
Preallarme	misto		percentuale sul tempo di intervento, oppure fisso (ad esempio, una settimana prima della scadenza per tempo libero); genera un warning al suo raggiungimento, per programmare gli interventi in anticipo
Allarme overtime	misto		percentuale sul tempo di intervento, oppure fisso (ad esempio, una settimana

Nome campo	Tipo	N° caratteri	Note
			prima della scadenza per tempo libero); genera un allarme nel programma, per segnalare un intervento programmato, ma non effettuato entro il tempo stabilito
Descrizione breve	alfanumerico	40	descrizione intervento
Descrizione estesa	alfanumerico	200	descrizione intervento
Descrizione completa	link	file pdf	link ad un file in formato pdf da recuperare in una cartella predefinita
Scheda lavoro	link	file pdf	link ad un file in formato pdf da recuperare in una cartella predefinita
Tempo intervento	tempo		
Costo intervento	numerico	20	Rappresenta il costo standard dell'intervento
Tipo intervento	lista		descrive gli eventuali vincoli: 12. sempre attivabile; 13. vincolato a ( <i>testo libero</i> ); 14. con blocco una corsia galleria; 15. con blocco completo galleria
Richiesta segnalazione a:	lista		descrive i contatti da attivare: 16. Vigili del Fuoco; 17. Protezione civile; 18. Polizia stradale; 19. altro ( <i>testo libero</i> )

### 6.5.1.3 Database ispezioni

Le ispezioni sono simili agli interventi di manutenzione; differiscono nel metodo di attivazione (reazione in base ad allarmi o condizioni impianto) ed all'esito della loro effettuazione, che può essere negativo o positivo, scatenando ulteriori interventi di ispezione e/o di manutenzione.

Nome campo	Tipo	N° caratteri	Note
Tipo ispezione	lista/ parametri		definisce il tipo dell'ispezione, che può essere: 20. all'attivazione di un allarme del PLC; 21. all'attivazione di n allarmi contemporaneamente (max 4); 22. al superamento di una soglia su



Nome campo	Tipo	N° caratteri	Note
			un valore analogico
Risultato negativo			lista di manutenzione/ispezioni da attivare se l'ispezione ha dato esito negativo
Risultato positivo			lista di manutenzione/ispezioni da attivare se l'ispezione ha dato esito positivo

### 6.5.2 Sequenza operazioni di preparazione

Nella prima fase si deve compilare la tabella delle utenze e pianificare nel PLC i contatori necessari azzerabili per conteggiare il tempo di funzionamento ed il numero degli spunti; il tempo fisso verrà calcolato dal PLC,

A questo punto si inseriscono tutte le manutenzioni e le ispezioni da effettuare ed il programma può cominciare ad operare; sarà possibile inibire il controllo delle manutenzioni/ispezioni durante la fase di modifica.

Il programma, ogni n minuti, controllerà i dati del PLC e provvederà a compilare la tabella dei warning, manutenzioni, ispezioni e degli allarmi; provvederà, inoltre, a creare la lista delle manutenzioni e delle ispezioni da effettuare.

Il gestore può consultare tale lista, visualizzandola in alcune forme predefinite (solo la descrizione breve, o estesa, o entrambe) e può decidere di stamparla integralmente o solo per le attività selezionate, con vari tipi di ordinamento (ad esempio, per raggruppamento di utenze, per priorità, per codice macchina, ecc.); con questo documento (ed eventualmente le varie schede di manutenzione, se serve il supporto cartaceo) si effettuano le manutenzioni e le ispezioni.

### 6.5.3 Comportamento dopo un'ispezione

Effettuate le ispezioni, si entra nella fase di aggiornamento giornale, dove si seleziona l'ispezione effettuata e si inseriscono i dati dell'ispezione, tipicamente:

- operatore/i che hanno effettuato l'ispezione;
- data e ora dell'effettuazione dell'ispezione (data e ora dell'inserimento dei dati viene registrata automaticamente);
- campo note per segnalare eventuali situazioni anomale;
- esito: negativo o positivo.

L'ispezione effettuata viene tolta dalla lista delle ispezioni da fare; in base all'esito positivo o negativo, il sistema provvede ad inserire in lista ulteriori ispezioni/manutenzioni da attivare. Questa azione è nulla se non è stato programmato nulla; in questo caso, l'ispezione si comporta come una manutenzione.

Un caso particolare avviene quando, ad esempio, uno strumento va fuori uso e non è possibile ripristinarlo; in questo caso, si deve impedire all'ispezione di riattivarsi

immediatamente. Si lascia, quindi, la possibilità di inibire temporaneamente la regola di ispezione, segnalando l'inibizione nel file di log.

#### *6.5.4 Comportamento dopo una manutenzione*

Effettuate le manutenzioni, si entra nella fase di aggiornamento giornale, dove si seleziona la manutenzione effettuata e si inseriscono i dati della stessa, tipicamente:

- operatore/i che hanno effettuato la manutenzione (identificazione tramite password di login);
- data e ora dell'effettuazione della manutenzione (data e ora dell'inserimento dei dati viene registrata automaticamente);
- campo note per segnalare eventuali situazioni anomale.

#### *6.5.5 Gestione stampe / consultazione*

Tutti i vari archivi e file di log possono essere consultati in vari modi ed esportati in altri file (Excel, Word, Access), per poter essere riordinati e filtrati secondo criteri diversi da quelli predisposti nel programma; la consultazione e la gestione è sempre effettuabile in locale (la limitazione dipende dalla password di login).

Come optional, si potrà effettuare la gestione e la consultazione dall'esterno, attraverso collegamento remoto; la comunicazione remota può essere effettuata su più livelli, ad esempio:

- solo consultazione parziale;
- consultazione completa;
- gestione tabelle;
- inserimento di dati di log.

Tali opzioni potranno essere attivate / disattivate singolarmente, in base alla password od all'installazione da effettuare.

## 7. MODALITÀ DI ACCETTAZIONE DELLA FORNITURA

### 7.1 Prove in officina

Tutte le apparecchiature oggetto della fornitura dovranno essere sottoposte, nell'officina dell'Appaltatore o in quella di eventuali subfornitori, a prove atte a controllare la rispondenza del complesso e delle singole parti delle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche e delle norme in essa citate.

L'operazione di collaudo in officina costituisce una constatazione di fine fabbricazione indispensabile per ottenere l'autorizzazione del Committente alla spedizione del materiale in cantiere; essa comporta l'esecuzione da parte dell'Appaltatore delle prove richieste nei corrispondenti articoli delle diverse sezioni di queste Norme Tecniche, secondo modalità e criteri di accettazione approvati dal Committente.

### 7.2 Garanzie e affidabilità

#### 7.2.1 Generalità

L'Appaltatore deve impegnarsi a fornire apparecchiature che, nelle condizioni d'impiego definite nella presente specifica, siano capaci di assicurare un buon servizio; tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere nuovi ed adatti al servizio per il quale verranno utilizzati.

L'Appaltatore dovrà fornire apparecchiature garantite contro ogni difetto di componenti e di assemblaggio e dovrà definire gli schemi dei vari sistemi impiegando il materiale necessario per garantire la realizzazione delle funzioni descritte nella presente specifica; gli impianti e le apparecchiature forniti dovranno essere di tipo collaudato e le parti di ricambio dovranno essere di costante reperibilità per tutta la vita dell'impianto.

Apparecchiature che possono essere considerate come prototipi non verranno accettate.

L'Appaltatore dovrà garantire la corretta realizzazione del sistema, conformemente agli schemi definiti ed approvati.

L'Appaltatore dovrà garantire una progettazione del sistema tale che guasti, anche contemporanei, delle apparecchiature fornite non pregiudichino la sicurezza dell'impianto; a questo scopo, la concezione e la realizzazione del sistema S.S.R.C. dovranno permettere, in caso di guasto, il posizionamento fail-safe degli organi di comando rilevanti ai fini della conduzione in sicurezza dell'impianto ed il mantenimento di altri in posizione tale da addurre le sollecitazioni ed evitare l'intervento di dispositivi di protezione esterni.

## 7.2.2 *Garanzie di buon funzionamento*

### 7.2.2.1 Insensibilità ai disturbi

Le apparecchiature oggetto della fornitura possono subire disturbi, per cui dovranno essere tali che il loro corretto funzionamento non sia alterato dalla presenza dei disturbi; in caso contrario, l'Appaltatore ne dovrà ricercare le cause e saranno a suo carico tutte le modifiche necessarie per ottenere un buon funzionamento.

### 7.2.2.2 Insensibilità alle condizioni ambientali

I sistemi oggetto della fornitura dovranno fornire le loro prestazioni nelle condizioni ambientali di installazione previste.

L'Appaltatore dovrà garantire che nessun organo sensibile alla temperatura, installato all'interno o all'esterno dei suoi armadi, possa raggiungere una temperatura incompatibile con il suo buon funzionamento e, a maggior ragione, deteriorarsi.

## 7.2.3 *Garanzie di prestazioni*

Il sistema e le catene di regolazione che lo compongono dovranno:

- consentire un funzionamento regolare;
- estinguere, con sufficiente rapidità ed in modo stabile, i transitori sulle variabili controllate, provocati da eventi d'impianto;
- mantenere le variabili controllate ai valori voluti, anche al variare delle condizioni di funzionamento sia del sistema, sia dell'impianto;
- permettere un trasferimento rapido e senza scosse da funzionamento manuale a funzionamento automatico e viceversa, ove previsto dal progetto.

## 7.2.4 *Documentazione della fornitura*

L'Appaltatore dovrà produrre, come parte integrante della fornitura, la documentazione indicata di seguito.

Tutti gli elaborati che verranno predisposti dovranno essere redatti in lingua italiana; per i manuali relativi ad eventuali subforniture, sarà accettata anche la lingua inglese.

Tutta la documentazione dovrà essere emessa in duplice copia.

### 7.2.4.1 Documentazione tecnica del progetto esecutivo

L'Appaltatore dovrà produrre tutta la documentazione tecnica necessaria per la definizione del progetto esecutivo (ingegneria di dettaglio e costruttiva); in particolare, l'Appaltatore dovrà dare tutte le informazioni relative ai seguenti argomenti:

- struttura hardware;
- struttura dell'applicazione;

- la necessaria documentazione di dettaglio e costruttiva.

#### **7.2.4.1.1 Struttura hardware**

Dovrà essere chiaramente definita la struttura dell'hardware, con particolare riferimento al lay-out ed alle interfacce tra sistema e periferiche; in particolare, dovranno essere forniti:

- lay-out generale degli armadi contenitori, o disposizione delle apparecchiature nel loro interno;
- ingombro peso e potenza assorbita dei circuiti di modulistica;
- schemi topografici delle morsettiere degli armadi;
- le matrici di cablaggio di tutti i connettori presenti nel sistema di regolazione, supervisione e controllo;
- schemi elettrici di ciascuna scheda o modulo; si precisa che, per le schede e gli apparati forniti da terzi coperti da copyright, vengono richieste le documentazioni standard fornite dal costruttore;
- progetto dell'interfaccia con sistemi esterni e segnali scambiati con altri sistemi esterni;
- studio del montaggio e delle sequenze di montaggio e cablaggio di tutte le apparecchiature incluse nella fornitura.

#### **7.2.4.1.2 Struttura dell'applicazione**

Della documentazione sotto elencata dovrà essere fornita copia anche su supporto informatizzato (CAD versione per Windows); l'applicazione è descritta mediante raggruppamenti in aree funzionali, suddivise in:

- documentazione di elementi applicativi;
- software applicativo.

#### **7.2.4.1.3 Documentazione di elementi applicativi**

Si tratta della parte dell'applicazione sviluppata dall'Appaltatore esclusivamente tramite l'utilizzo di strumenti software forniti a corredo del sistema, senza ulteriore sviluppo di software, come ad esempio la configurazione di elementi applicativi standard propri del Sistema di supervisione e controllo e l'utilizzo di prodotti commerciali.

Per ciascuna area funzionale, le specifiche definitive di progetto devono contenere, in particolare, le seguenti informazioni:

- nome dell'area;
- schemi unifilari funzionali riportanti;
- i riferimenti precisi agli schemi di cablaggio,

- le sigle del Committente, secondo il proprio standard PSN relativo alla codifica componenti di impianto;
- la denominazione dei segnali di ingresso ed in uscita da ciascuno schema con i riferimenti necessari;
- la legenda dei simboli usati;
- schemi IED e FCD, in accordo alle specifiche;
- schemi unifilari funzionali relativi agli ingressi analogici;
- schemi unifilari funzionali relativi ai soli ingressi digitali;
- morsettiere inerenti agli ingressi ed uscite (comprehensive di elemento primario, numerazione delle interfacce ed il loro PSN) del sistema S.S.R.C.; per altro appaltatore, dove dovrà indicare gli arrivi e la partenze di tutto il sistema;
- organizzazione dei Data-Base;
- lista dei parametri di ingresso;
- descrizione del funzionamento di tutto il sistema;
- lista dei parametri di uscita;
- volume del traffico di I/O, carico temporale ed occupazione di memoria.

#### **7.2.4.1.4 Documentazione del Software applicativo**

Si tratta di quella parte dell'applicazione costituita da software espressamente sviluppato dall'Appaltatore per il sistema di controllo oggetto della fornitura; per ciascuna area funzionale, l'Appaltatore dovrà documentare;

- nome dell'area;
- una completa e precisa descrizione delle elaborazioni eseguite dai programmi, gli algoritmi usati;
- diagramma di flusso funzionale per ogni programma;
- interazioni hardware/software;
- organizzazione del Data-Base;
- parametri di ingresso;
- parametri di uscita;
- volume del traffico di I/O, carico temporale ed occupazione di memoria;
- provvedimenti e procedure di modifica e aggiornamento;
- procedure di prova e criteri di accettazione.

#### 7.2.4.1.5 Documentazione di dettaglio e costruttiva

La documentazione di dettaglio e costruttiva consiste nella documentazione (da fornire pure, su supporto informatizzato) sotto riportata;

- descrizione generale dei sistemi assemblati;
- documentazione hardware riportante;
- gli schemi funzionali, eventualmente suddivisi per armadio, della distribuzione,
- lo schema su cui siano riportate tutte le protezioni automatiche delle alimentazioni,
- lo schema di messa a terra;
- schemi di dettaglio di cablaggio interno degli armadi contenitori, sino alle apparecchiature o ai connettori, comprendenti per ciascun disegno:
- i riferimenti precisi,
- la denominazione dei segnali in ingresso ed in uscita da ogni schema,
- la legenda dei colori usati per la cavetteria di cablaggio;
- norme per la conservazione delle apparecchiature facenti parte della fornitura;
- documentazione del software di base comprendente globalmente:
- manuali d'uso e di riferimento del software di base, completi di diagrammi di flusso di principio,
- descrizione dell'organizzazione dei programmi (facendo riferimento anche all'organizzazione in direttori),
- descrizione delle modalità per l'inserzione di nuovi programmi e, per ciascun programma:
  - descrizione di principio e modalità di funzionamento,
  - descrizione dettagliata dei programmi, precisando le eventuali opzioni,
  - dimensioni massime dei dati e prove eseguite su di essi,
  - descrizione delle interazioni con gli altri programmi.

In particolare, la documentazione dei software di base (compilatori, sistema operativo, drivers, software di rete, ecc.) deve essere quella originale e completa del costruttore.

La documentazione di dettaglio di ogni singolo programma è fornita solamente su supporto informatico, intendendo quello nativo della macchina su cui viene sviluppato (nastro, cartuccia, disco magnetico o altro).

#### 7.2.4.1.6 Documentazione per le Prove

Tutta la documentazione relativa alle prove delle apparecchiature e dei programmi è a carico dell'appaltatore; essa dovrà essere articolata in almeno tre sezioni:

- procedure di prova;

- risultati delle prove;
- registrazione delle anomalie e delle riparazioni.

Le procedure delle prove dovranno essere redatte dall'Appaltatore e sottoposte al Committente per approvazione almeno due mesi prima dell'effettuazione delle stesse.

Tutta la documentazione finale di prova e le registrazioni che attestano il funzionamento delle apparecchiature / sistemi e dei programmi è a carico dell'Appaltatore.

#### **7.2.4.1.7 Documentazione per la Manutenzione**

L'Appaltatore deve, inoltre, produrre il programma di manutenzione riguardante l'insieme della fornitura; tale programma deve definire in modo dettagliato:

- i controlli periodici da effettuare sul sistema, che permettano una verifica di eventuali degradi funzionali delle apparecchiature;
- la natura e la frequenza delle operazioni di manutenzione preventiva;
- gli strumenti necessari per l'esecuzione delle verifiche e le caratteristiche di eventuali attrezzature da utilizzare;
- la possibilità e le modalità per effettuare prove o interventi con impianto in servizio.

Il documento di manutenzione deve contenere direttamente questi dati, o far riferimento ai manuali ed ai documenti specifici dell'apparecchiatura in questione, se forniti a parte.

Devono essere indicate le parti di ricambio suggerite dall'Appaltatore per garantire la continuità di esercizio della fornitura per la durata di 3 anni.

#### **7.2.4.2 Documentazione finale**

La documentazione finale sarà costituita da:

- documentazione "conforme all'esecuzione";
- manuali o libri di istruzione per l'installazione e manutenzione;
- manuali operativi e di esercizio.

Essi dovranno contenere tutte le istruzioni che permettano agli operatori di utilizzare le risorse del Sistema; in particolare, dovranno essere forniti (pure su supporto informatizzato):

- la descrizione generale del sistema;
- i significati di tutte le segnalazioni diagnostiche eventualmente presenti;
- la descrizione del sottosistema di presentazione;
- la descrizione del sottosistema di configurazione.

Ogni manuale dovrà contenere un sommario delle istruzioni fondamentali e di quelle più utilizzate; l'Appaltatore dovrà cooperare con il Committente nella preparazione delle istruzioni operative del sistema, per assicurare la coerenza delle procedure e della nomenclatura con quelle esistenti.



### **7.3 Corsi di istruzione del personale**

L'Appaltatore dovrà considerare, come parte integrante della fornitura, un corso finalizzato all'istruzione del personale del Committente per la gestione e manutenzione del Sistema, con quattro partecipanti.

Detto corso dovrà tenersi in lingua italiana presso la sede del Committente o sull'impianto; la durata non sarà inferiore a 5 giorni lavorativi.

**INDICE****M – Impianto idrico antincendio**

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....</b>	<b>4</b>
3.1    GENERALITÀ .....	4
3.2    CENTRALE DI PRESSURIZZAZIONE .....	4
3.2.1 <i>Locale della centrale idrica .....</i>	<i>4</i>
3.2.2 <i>Gruppi automatici per la pressurizzazione di reti antincendio.....</i>	<i>4</i>
3.3    RETE DI DISTRIBUZIONE .....	11
3.3.1 <i>Tubi in polietilene ad alta densità (PEAD).....</i>	<i>12</i>
3.3.2 <i>Tubi in acciaio.....</i>	<i>12</i>
3.3.3 <i>Attraversamento di strutture verticali ed orizzontali .....</i>	<i>12</i>
3.3.4 <i>Sostegni delle tubazioni.....</i>	<i>13</i>
3.3.5 <i>Identificazione .....</i>	<i>14</i>
3.4    VALVOLAME.....	14
3.4.1 <i>Valvole a farfalla DN 80 ÷ 150.....</i>	<i>15</i>
3.4.2 <i>Valvole a sfera DN 15 ÷ 50.....</i>	<i>15</i>
3.4.3 <i>Indicatori a vetro di passaggio fluido DN 15 ÷ 50.....</i>	<i>16</i>
3.4.4 <i>Valvole di ritegno.....</i>	<i>16</i>
3.4.5 <i>Valvole riduttrici di pressione.....</i>	<i>16</i>
3.4.6 <i>Valvole di sfioro .....</i>	<i>17</i>
3.4.7 <i>Valvole regolatrici di livello .....</i>	<i>17</i>
3.4.8 <i>Pressostati e misure di livello e pressione .....</i>	<i>17</i>
3.4.9 <i>Giunti di smontaggio assiali .....</i>	<i>18</i>
3.4.10 <i>Giunti dielettrici .....</i>	<i>18</i>
3.5    TERMINALI.....	18
3.5.1 <i>Cassette idrante antincendio.....</i>	<i>18</i>
3.5.2 <i>Attacchi di mandata per autopompa.....</i>	<i>20</i>
3.6    QUADRO ELETTRICO .....	20
3.7    MATERIALI MINUTI .....	21
3.7.1 <i>Tracciatura antigelo.....</i>	<i>21</i>
3.7.2 <i>Bulloneria ad espansione .....</i>	<i>21</i>
3.7.3 <i>Verniciatura .....</i>	<i>21</i>
3.7.4 <i>Pompa di drenaggio in sala pompe.....</i>	<i>21</i>



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali degli impianti idrici antincendio a protezione della gallerie Stradali di lunghezza superiore a 500 m; questa si intende integrativa degli elaborati che compongono il progetto, che risultano comunque, in caso di difformità nei contenuti, quelli che l'Appaltatore deve seguire per la realizzazione degli impianti oggetto dell'appalto.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

I gruppi di pressurizzazione, le tubazioni ed i terminali oggetto della fornitura saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità alle normativa vigente e, in particolare:

- UNI EN 12845 “Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”;
- UNI 10779 “Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio”.

Le suddette norme risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

Le apparecchiature dovranno, inoltre, essere realizzate da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

#### 3.1 Generalità

L'impianto idrico antincendio a servizio delle gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m sarà essenzialmente costituito da una serie di idranti a parete UNI 70 e UNI 45, da attacchi UNI 70 per autopompa VV.F., da una rete ad anello di distribuzione dell'acqua antincendio lungo l'intero percorso del tunnel e dalla sala di pompaggio, con adiacente vasca di accumulo.

Ciascun idrante disporrà di attacchi normalizzati secondo le norme francesi ed italiane.

La centrale di pompaggio sarà costituita da un gruppo comprendente un'elettropompa di servizio, una motopompa di riserva ed un'elettropompa pilota; per garantire la continuità di funzionamento le elettropompe saranno alimentate dalla rete privilegiata.

#### 3.2 Centrale di pressurizzazione

##### 3.2.1 Locale della centrale idrica

Le pompe antincendio saranno installate in un apposito locale adibito a sala pompaggio dotato di accesso dall'esterno; tale locale sarà separato dai restanti tramite elementi verticali con caratteristiche di resistenza no inferiori a REI 60.

Il locale di installazione sarà dotato di illuminazione ordinaria e di sicurezza; al suo interno sarà garantita una temperatura non inferiore a + 4°C. Verrà, inoltre, assicurata la ventilazione per i motori.

Un impianto di illuminazione di emergenza sarà affiancato a quello normale.

##### 3.2.2 Gruppi automatici per la pressurizzazione di reti antincendio

###### 3.2.2.1 Generalità

Il gruppo automatico di aumento di pressione è un sistema preassemblato per l'alimentazione idrica di reti antincendio composto da:

1. un'elettropompa di "alimentazione" (definita anche principale o di servizio);
2. una motopompa di riserva;
3. un'elettropompa di "compensazione" (definita anche pilota);
4. un quadro elettrico di comando e controllo;
5. uno o più pressostati;
6. uno o più serbatoi di acqua in pressione;
7. accessori idraulici di collegamento ed intercettazione.

L'elettropompa trasferisce all'acqua l'energia necessaria per raggiungere il punto di prelievo con la portata e la prevalenza richiesta; la motopompa entra in gioco in caso di malfunzionamento delle elettropompe principali.

La pompa di "compensazione" è un'elettropompa di potenza ridotta rispetto alle altre presenti nel gruppo con la sola funzione di mantenere in pressione l'impianto e, pertanto, la sua portata non viene considerata nel computo della portata totale del gruppo.

Il quadro elettrico di comando, attraverso il pressostato, mette in funzione la pompa e verifica, inoltre, che le condizioni di funzionamento rientrino nei limiti prestabiliti, intervenendo direttamente (nel caso della pompa pilota), o dando segnalazioni di eventuali situazioni anomale (nel caso delle pompe di servizio).

Il quadro elettrico di comando e controllo delle pompe deve quindi assolvere a diverse funzioni:

- consentire il funzionamento automatico o manuale della pompa;
- indicare la modalità e lo stato di funzionamento della pompa;
- interrompere il funzionamento della pompa pilota in presenza di situazioni anomale;
- garantire la sicurezza delle persone.

Nei quadri elettrici si possono identificare due circuiti distinti:

- il circuito di potenza, per l'alimentazione elettrica dei motori;
- il circuito ausiliario, per l'interpretazione dei segnali esterni ed il controllo delle varie funzioni di azionamento, di protezione e di segnalazione.

Normalmente, per il circuito di potenza vengono impiegati componenti elettromeccanici, mentre per il circuito ausiliario e di segnalazione possono essere utilizzati sia componenti elettromeccanici, sia elettronici.

I pressostati tramutano la variazione della pressione nella rete in un consenso all'avvio (pompe di servizio e pilota), o alla fermata delle pompe (pompa pilota); sono l'unico sistema di attivazione previsto dalla UNI EN 12845.

Il serbatoio di acqua in pressione ha lo scopo di ammortizzare i picchi di pressione che si manifestano quando le pompe si avviano o si arrestano.

Gli accessori idraulici consentono il collegamento delle pompe per la costituzione del gruppo di pressione preassemblato, rendendo più semplice e rapida la sua installazione nell'impianto di utilizzazione; fanno parte degli accessori idraulici le valvole di intercettazione, le valvole di ritegno, la raccorderia ed i collettori.

### 3.2.2.2 Caratteristiche ambientali

- Liquidi impiegabili acqua priva di vegetazione, di gas e di sostanze corrosive e/o aggressive
- Massima temperatura del liquido pompato +40°C

- Minima temperatura del liquido pompato sopra gli 0°C, per evitare la formazione di ghiaccio durante i periodi di non utilizzo
- Temperatura ambiente (di funzionamento) minima +4°C  
massima +40°C per installazioni all'interno, secondo CEI EN 61439-1
- Umidità relativa massima 50% a +40°C, purché non vi siano fenomeni di condensazione, secondo CEI EN 61439-1
- Impurità nell'aria l'aria deve essere pulita, secondo CEI EN 61439-1; non è ammessa la presenza di vapori acidi, gas corrosivi, polveri in quantità inusuali.
- Altitudine massima 1000 m sopra il livello del mare
- Temperatura di immagazzinamento -25 ÷ +55°C, secondo CEI EN 61439-1

### 3.2.2.3 Principio di funzionamento

Ad ogni pompa è abbinato un quadro elettrico.

L'abbassamento della pressione di rete, determinato dal prelievo di acqua, provoca la chiusura del contatto del primo pressostato che, attraverso il quadro elettrico, fa avviare la pompa principale (o di "alimentazione"); se la portata della pompa è inferiore alla quantità di acqua prelevata, la pressione continua a scendere sino a quando la chiusura del contatto del secondo pressostato fa avviare la pompa di riserva.

Ai sensi della Norma UNI 10779, l'arresto dell'elettropompa principale può avvenire tramite il pressostato, altrimenti manualmente.

La pompa pilota (o di "compensazione") deve solo mantenere in pressione l'impianto; prevede l'avvio e l'arresto tramite il pressostato.

L'avvio della pompa di servizio, nonché la mancanza di una fase o della tensione deve essere segnalato localmente tramite dispositivi acustico/luminosi e riportato al sistema di telecontrollo.

Il tutto si completa con un circuito che mantiene un minimo ricircolo d'acqua attraverso le pompe principali, al fine di prevenire un eccessivo riscaldamento dell'acqua nel caso di funzionamento con la mandata chiusa, e da un circuito per la verifica della portata delle singole pompe di servizio

### 3.2.2.4 Caratteristiche tecniche

- Portata pompe di servizio 72 m<sup>3</sup>/h;
- Prevalenza pompe di servizio alla massima portata 800 kPa;
- Portata pompa pilota 3 m<sup>3</sup>/h;
- Tensione alimentazione elettropompa trifase 400 V ± 10%
- Tensione alimentazione motopompa monofase 230 V ± 10%
- Frequenza 50 Hz
- Tensione controlli esterni al quadro 12 Vcc
- Grado di protezione quadro elettrico IP54
- Elettropompe di servizio e pilota ad asse orizzontale
- Avviamento motori stella/triangolo
- Potenza elettropompe di servizio 37 kW
- Potenza elettropompa pilota 1,5 kW
- Grado di protezione motore IP55

### 3.2.2.5 Componenti principali

L'elettropompa di servizio sarà di tipo centrifuga orizzontale monogirante, con corpo in ghisa, albero e girante in acciaio inossidabile AISI 316L; sarà completa di tenuta meccanica, lanterna di accoppiamento, giunto elastico di accoppiamento motore-pompa, basamento in profilati di acciaio.

Il motore sarà a gabbia in corto circuito a ventilazione esterna, grado di protezione IP55, classe di isolamento F, trifase a 400 V, 50 Hz, 2900 giri/minuto, potenza 37 kW.

L'elettropompa pilota sarà del tipo multistadio verticale, con le parti a contatto con il liquido da pompare in acciaio AISI 304; completa di tenuta meccanica, lanterna di accoppiamento, giunto rigido di accoppiamento motore-pompa.

Il motore sarà a gabbia in corto circuito a ventilazione esterna, grado di protezione IP55, classe di isolamento F, trifase a 400 V, 50 Hz, 2900 giri/minuto, potenza 1,1 kW.

La motopompa di servizio dovrà essere completamente operativa entro 15 s dall'inizio di ogni sequenza di avviamento; sarà di tipo centrifuga orizzontale monogirante con corpo in ghisa, albero e girante in acciaio inossidabile AISI 316L; sarà completa di tenuta meccanica, lanterna di accoppiamento, giunto elastico di accoppiamento motore-pompa, basamento in profilati di acciaio.

Il motore sarà diesel a 4 tempi con iniezione diretta che consenta sovraccarichi del 10%, coppia di batterie a 12 Vcc, preriscaldatore dell'olio, serbatoio in acciaio di capacità 70 litri, tale da garantire un'autonomia di 6 ore, e corredato di relativi accessori (compreso galleggiante secondo circolare M.I.S.A. 31 78/11 per l'attivazione della segnalazione di

riserva carburante), schermo protettivo contro i contatti accidentali sul collettore di scarico e relativi adesivi di avvertenza.

Il motore diesel da 31,5 kW sarà ad aspirazione naturale, tre cilindrici con raffreddamento ad aria, cilindrata da 2100 cm<sup>3</sup>, 2900 giri/minuto, avviamento elettrico a 12 Vcc.

Tutte le pompe ed i relativi motori facenti parte del gruppo di pressurizzazione antincendio dovranno comunque rispettare tutti i requisiti indicati nel capitolo 10 della norma UNI EN 12845.

Il gruppo avrà i seguenti accessori:

- n° 6 valvole principali di intercettazione del tipo "bloccabile", situate sui lati di aspirazione e mandata di ciascuna pompa, A sfera per diametri sino a 2" inclusi, a farfalla per diametri superiori.
- n° 3 manovuotometri, situati sul lato di aspirazione di ciascuna pompa; la scala di serie è -1 ÷ +3 bar;
- n° 2 dispositivi di ricircolo per le pompe, uno per ogni pompa di servizio presente nel gruppo, che consentono di mantenere un minimo ricircolo d'acqua nell'eventualità che la pompa funzioni con la mandata chiusa, evitando l'eccessivo riscaldamento dell'acqua nel corpo pompa. Ciascuno comprende il pressostato per l'attivazione degli allarmi di pompa in marcia, la valvola di prova per verificare la tenuta della valvola di ritegno, l'attacco per l'eventuale tubazione di collegamento al serbatoio di adescamento, nel caso di installazione soprabattente; il collegamento di ciascun ricircolo alla vasca di aspirazione o di adescamento è a cura dell'installatore;
- giunto flangiato antivibrante sia sul lato aspirazione, sia sul lato mandata della motopompa;
- n° 2 manometri posti sul lato mandata di ciascuna pompa di servizio;
- n° 3 valvole di ritegno del tipo "ispezionabile". situate sul lato di mandata di ciascuna pompa, filettate per diametri sino a 2" inclusi, flangiate per diametri superiori;
- collettore di mandata in acciaio verniciato con controflange zincate (PN16), che presenta tre tronchetti filettati, con relative calotte, per collegare eventuali vasi a membrana da 24 litri.
- n° 2 pressostati collegati in serie per ogni pompa presente nel gruppo. Per le elettropompe e motopompe di servizio l'avviamento avviene tramite il pressostato; la fermata avverrà dopo che per almeno trenta minuti la pressione dell'impianto si sia mantenuta a valori superiori a quelli di avviamento.
- circuito di collegamento dei pressostati di avviamento al collettore di mandata, che comprende la tubazione di collegamento al collettore di mandata, il manometro e un circuito di ricircolo per ogni pressostato abbinato alle pompe di servizio. Questo circuito è composto da valvola di intercettazione, valvola di non ritorno, valvola di scarico, tubazione di rame e raccorderia varia; consente al pressostato di intervenire anche nel caso risultasse chiusa la relativa valvola di intercettazione.

- raccorderia varia (ottone, ghisa zincata);
- basamento in profilati di acciaio verniciati;
- staffa portaquadro in profilati di acciaio verniciati;
- quadro di comando per l'elettropompa di servizio, costituito da cassa metallica verniciata, con grado di protezione IP54, comprendente:
  - interruttore generale bloccoporta;
  - amperometro e voltmetro digitali, con scansione delle fasi e selettore manuale per la scelta tra le due funzioni per gruppi;
  - selettore Auto – 0 – Manuale, con chiave sfilabile in posizione automatico;
  - tastiera con quattro coppie di led, per la segnalazione di linea – marcia – arresto - mancanza fase, tasti di marcia – arresto - prova di avviamento tramite la simulazione della chiusura dei contatti del presso stato;
  - presa di tipo industriale 1 x 230 V - 16 A;
  - trasformatore 0 – 400 / 0 – 12 – 0 - 24 V 50 Hz per i circuiti ausiliari;
  - portafusibili e fusibili per i circuiti di potenza e ausiliari;
  - contattore di linea se avviamento diretto, contattori di linea / stella / triangolo, se avviamento stella/triangolo;
  - temporizzatore di scambio stella / triangolo (se avviamento stella/triangolo);
  - interruttori magnetotermici per la presa;
  - relè per la segnalazione di mancanza fase, asimmetria o errato senso ciclico;
  - relè ausiliari;
  - modulo alimentazione strumenti;
  - trasformatore amperometrico;
  - caricabatteria e batteria per l'alimentazione dei led di segnalazione di marcia – arresto - mancanza fase;
  - morsettiere;
  - contatti puliti (NO – C - NC) per l'attivazione degli allarmi acustico/luminosi di mancanza fase e pompa in marcia (segnalazione tramite il pressostato di pompa in moto); presente, inoltre, un contatto pulito per la segnalazione di contattore attivato;
  - pressacavi;
  - schema elettrico con legenda in lingua Italiana;
- quadro di comando per l'elettropompa pilota, costituito da cassa metallica verniciata, con grado di protezione IP54, comprendente:
  - interruttore generale bloccoporta;

- tastiera con indicatori luminosi di linea – marcia - blocco livello - blocco termico – automatico - manuale e tasti di manuale – automatico – on – off;
- trasformatore 0 – 400 / 0 – 12 – 0 - 24 V 50 Hz per i circuiti ausiliari;
- portafusibili e fusibili per i circuiti di potenza e ausiliari;
- contattore di linea;
- relè termico;
- interruttore manuale per l'esclusione del controllo automatico;
- scheda elettronica di comando con le seguenti funzioni: funzionamento automatico e manuale, inversione automatica, protezione contro la marcia a secco (da completarsi con un dispositivo esterno), possibilità di temporizzazione della pompa (0 ÷ 90 s);
- relè ausiliario per il circuito di segnalazione mancanza acqua;
- morsettiere;
- predisposizione per il collegamento ad un galleggiante, o alle sonde, o ad un pressostato di minima per evitare la marcia a secco; in caso di collegamento alle sonde, vi è la possibilità di regolare la sensibilità in relazione alla durezza dell'acqua;
- pressacavi;
- schema elettrico con legenda in lingua Italiana;
- quadro di comando per la motopompa di servizio, costituito da cassa metallica verniciata, con grado di protezione IP54, comprendente:
  - interruttore generale bloccoporta;
  - coppia di amperometri e voltmetri analogici;
  - tastiera con indicatori luminosi di automatico, manuale, stop, comando avviamento, mancato avviamento, minimo valore carica batterie, riserva carburante, bassa pressione olio, alta temperatura, anomalia generatore e un display indicante il numero di giri (a motore in moto) o le ore di funzionamento (a motore fermo);
  - lampadina per la segnalazione di linea;
  - coppia di pulsanti per l'avviamento d'emergenza;
  - selettore Auto - 0 – Manuale, con chiave sfilabile in posizione automatico;
  - trasformatore 0 – 230 / 12 – 0 - 12 V 50 Hz per il circuito ausiliario;
  - portafusibili e fusibili per i circuiti di potenza e ausiliari;
  - scheda elettronica di comando;
  - coppia di carica batteria;
  - morsettiere;

- predisposizione per il collegamento ad un galleggiante da porre nel serbatoio del gasolio, per la segnalazione a distanza (contatti puliti) dello stato del quadro e del motore, per l'attivazione degli allarmi acustico/luminosi di pompa in marcia e anomalia generale;
- pressacavi;
- schema elettrico con legenda in lingua Italiana;
- cavi di collegamento delle pompe e pressostati al quadro elettrico.

Il gruppo verrà fornito assemblato, tarato e collaudato in fabbrica, sia idraulicamente, sia elettricamente.

Saranno previsti dei kit allarmi, in numero pari a quello delle pompe presenti, comprendenti una sirena elettronica per l'indicazione di pompa in marcia, un lampeggiante di colore rosso per l'indicazione di pompa in marcia, una sirena elettronica per l'indicazione di mancanza di fase, un lampeggiante di colore giallo per l'indicazione di mancanza fase.

Le autoclavi a membrana, con relativa valvola a sfera, in numero pari a quello delle pompe presenti, saranno installate per smorzare eventuali oscillazioni della pressione nell'impianto; saranno da 24 litri con PN 16 bar.

Tutto il valvolame utilizzato avrà pressione massima di lavoro (PN) di 16 bar.

### **3.3 Rete di distribuzione**

Tutti i componenti delle reti di distribuzione, quali tubi, raccordi, flange, organi di intercettazione in genere, rubinetti di regolazione, apparecchi di misura, riduttori di pressione, separatori di impurità, pompe e apparecchi saranno di tipo normalizzato, in tutti i casi in cui esista una norma nazionale.

Tutte le tubazioni devono essere installate in modo da non risultare esposte a danneggiamenti per urti meccanici, in particolare per il passaggio di automezzi.

Tutte le tubazioni interrate saranno in polietilene ad alta densità, mentre quelle installate a vista saranno in acciaio zincato; il collegamento tra tubazioni in polietilene a quelle in acciaio zincato avverrà mediante giunti universali.

Nei luoghi con pericolo di gelo, le tubazioni devono essere installate in ambienti tali che la temperatura non scenda mai al di sotto di 4°C; qualora tratti di tubazione dovessero necessariamente attraversare zone a rischio di gelo, devono essere previste idonee protezioni.

Le tubazioni in acciaio zincato poste all'esterno saranno coibentate con coppelle in guaina elastomerica tipo armaflex, onde fornire una protezione contro il gelo; le tubazioni collocate all'interno non saranno rivestite.

### 3.3.1 Tubi in polietilene ad alta densità (PEAD)

I tubi in polietilene ad alta densità (PEAD) risponderanno alla Norma UNI EN 12201, con pressione nominale non inferiore a PN16; le operazioni di posa saranno eseguite in conformità alle prescrizioni in vigore o, in mancanza, a quelle dei costruttori.

Tutte le giunzioni saranno realizzate mediante saldatura, o per polifusione nel bicchiere, o testa a testa, ovvero con giunzioni elettrosaldabili.

I rubinetti, anch'essi in polietilene, saranno di facile manovrabilità e manutenzione, con posizioni di aperto e chiuso facilmente rilevabili.

La profondità di posa dalla generatrice superiore del tubo sarà, in generale, non minore di 0,8 m dalla generatrice superiore della tubazione; laddove ciò non fosse possibile, occorrerà adottare protezioni meccaniche e dal gelo appositamente studiate, quali tubi di spessore maggiore, ovvero manufatti di protezione.

La larghezza del fondo dello scavo sarà sufficiente da permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione.

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, sul quale verrà posato il tubo; questo verrà rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente, mentre il riempimento successivo dello scavo sarà costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivamente costipati.

### 3.3.2 Tubi in acciaio

I tubi in acciaio saranno di tipo zincato della serie media senza saldatura, rispondenti alla Norma UNI EN 10255; nei casi in cui siano da utilizzare diametri superiori al DN 150, si impiegheranno tubi delle serie "1" della Norma UNI EN 10224.

Le giunzioni saranno realizzate mediante filettatura per i diametri uguali o minori al DN 100 ed a flangia per le misure superiori; nel caso di apparecchiature da inserire nella rete e dotate di flange, la controflangia sarà in acciaio zincato con l'estremità verso il tubo filettata.

Tutti i raccordi ed i pezzi speciali saranno in acciaio oppure in ghisa malleabile, conformi alla specifica normativa di riferimento ed aventi pressione nominale almeno pari a quella della tubazione relativa.

I rubinetti saranno di facile manovrabilità e manutenzione; le posizioni di aperto e chiuso saranno facilmente rilevabili.

### 3.3.3 Attraversamento di strutture verticali ed orizzontali

Nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali, quali pareti e solai, devono essere prese le necessarie precauzioni per evitare la deformazione delle tubazioni, o il danneggiamento degli elementi costruttivi, derivanti da dilatazioni o da cedimenti strutturali; negli attraversamenti di compartimentazioni deve essere mantenuta la caratteristica di resistenza al fuoco del compartimento interessato.

Pertanto, le tubazioni che attraversano strutture verticali ed orizzontali saranno poste all'interno di controtubi preventivamente installati. Il diametro dei controtubi sarà di una grandezza superiore a quello dei tubi passanti, compreso l'eventuale rivestimento isolante; le estremità dei controtubi sporgeranno dal filo esterno delle strutture di circa 2 cm.

Lo spazio libero tra tubo e controtubo sarà riempito con lana di vetro od altro materiale incombustibile; le estremità saranno sigillate con materiale appropriato durevole nel tempo.

#### 3.3.4 Sostegni delle tubazioni

Il tipo, il materiale ed il sistema di posa dei sostegni delle tubazioni devono essere tali da assicurare la stabilità dell'impianto nelle più severe condizioni di esercizio ragionevolmente prevedibili; in particolare:

1. i sostegni devono essere in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in fase di erogazione;
2. il materiale utilizzato per qualunque componente del sostegno deve essere non combustibile;
3. i collari devono essere chiusi attorno ai tubi;
4. non sono ammessi sostegni aperti, come ganci ad uncino e simili;
5. non sono ammessi sostegni ancorati tramite graffe elastiche;
6. i sostegni non devono essere saldati direttamente alle tubazioni, né avvitati ai relativi raccordi.

Ciascun tronco di tubazione deve essere supportato da un sostegno, ad eccezione dei tratti di lunghezza minore di 0,6 m, dei montanti e delle discese di lunghezza minore di 1 m per i quali non sono richiesti sostegni specifici.

Il posizionamento dei supporti deve garantire la stabilità del sistema; in generale, la distanza fra due sostegni non deve essere maggiore di 4 m, per tubazioni minori o uguali a DN 65, e di 6 m per quelle di diametro maggiore.

La sezione trasversale netta di ciascun sostegno di acciaio, oppure il diametro minimo se costituito da barra filettata, non deve essere minore dei valori in indicati nella seguente tabella.

DN	Minima sezione netta dei sostegni [mm <sup>2</sup> ]	Spessore minimo <sup>1</sup> dei sostegni [mm]	Dimensioni barre filettate dei sostegni [mm]
<i>fino a DN 50</i>	15	2,5	M 8
<i>tra DN 50 e DN 100</i>	25	2,5	M 10
<i>tra DN 100 e DN 150</i>	35	2,5	M 12
<i>tra DN 150 e DN 200</i>	65	2,5	M 16
<i>tra DN 200 e DN 250</i>	75	2,5	M 20

Se il sostegno è formato da più componenti, la sezione trasversale di ciascuno non deve essere minore del 150% di quella minima sopra specificata; nella valutazione della sezione trasversale netta di un sostegno, non si tiene conto dei fori per bulloni, chiodi e simili.

### 3.3.5 Identificazione

Le tubazioni saranno contrassegnate in accordo alle Norma UNI 5634, nonché identificate con targhette indicatrici in corrispondenza di ogni derivazione ed intercettazione; il colore distintivo di base per l'acqua è il verde, al quale sarà associato il colore di sicurezza per estinzione incendi, che è il rosso. Tale colorazione sarà posta nelle vicinanze delle valvole, dei raccordi, degli incroci, dei giunti, delle apparecchiature di servizio, delle paratie, degli attraversamenti di muri ed in ogni altra posizione dove possa essere necessario.

## 3.4 Valvolame

Le valvole di intercettazione della rete di idranti devono essere installate in posizione facilmente accessibile e segnalata; se installate in pozzetto, devono essere adottate misure tali da evitare che ne sia ostacolato l'utilizzo.

Le valvole di intercettazione devono essere del tipo indicante la posizione di apertura / chiusura; sono ammesse valvole a stelo uscente di tipo a saracinesca o a globo, valvole a farfalla, valvole a sfera; valvole a saracinesca conformi alle Norme UNI EN 1074.

Nelle tubazioni di diametro maggiore di 100 mm non sono ammesse valvole con azionamento a leva (a 90°) prive di riduttore.

La distribuzione delle valvole di intercettazione deve consentire l'esclusione di parti di impianto, per manutenzione o modifica, senza dover mettere fuori servizio l'intero impianto.

<sup>1</sup> Per sostegni a collare: 1,5 mm

Le valvole di intercettazione devono essere bloccate mediante apposito dispositivo nella posizione di normale funzionamento.

#### 3.4.1 Valvole a farfalla DN 80 ÷ 150

Le valvole a farfalla DN da 80 a 150 mm avranno le seguenti caratteristiche funzionali:

- tipo di valvola                                      Wafer del tipo LUG, con attacchi per lo smontaggio della flangia a valle con linea in pressione, da accoppiare tra flange UNI PN 16;
- pressione di esercizio                            16 bar;
- pressione nominale                                PN 16;
- temperatura di esercizio                        ambiente;
- attacchi    UNI PN 16;
- comando    manuale a leva.

I materiali di costruzione di queste valvole saranno:

- corpo     in ghisa;
- tenute     elastomero;
- asta     AISI;
- lente    in ghisa;
- attacchi    UNI PN 16.

L'attuatore elettrico, dove previsto, dovrà essere alimentato a 230 V, 50 Hz del tipo stagno al getto di manichetta.

#### 3.4.2 Valvole a sfera DN 15 ÷ 50

Le valvole a sfera DN da 15 a 50 mm avranno le seguenti caratteristiche funzionali:

- tipo di valvola                                      a sfera;
- pressione di esercizio                            16 bar;
- pressione nominale                                PN 16;
- temperatura di esercizio                        ambiente;
- attacchi    GAS UNI ISO 7/1;
- comando    manuale a leva.

I materiali di costruzione di queste valvole saranno:

- corpo     in bronzo o equivalente;
- tenute     teflon;
- asta     AISI.

### 3.4.3 Indicatori a vetro di passaggio fluido DN 15 ÷ 50

Gli indicatori a vetro di passaggio fluido DN da 15 a 50 mm avranno le seguenti caratteristiche funzionali:

- tipo a clapet con vetro in trasparenza;
- pressione di esercizio 16 bar;
- pressione nominale PN 16;
- temperatura di esercizio ambiente;
- attacchi GAS UNI ISO 7/1.

I materiali di costruzione di questi indicatori saranno:

- corpo in bronzo o equivalente;
- tenute teflon.

### 3.4.4 Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno avranno le seguenti caratteristiche funzionali:

- tipo di valvola wafer a doppio battente;
- pressione di esercizio 16 bar;
- pressione nominale PN 16;
- temperatura di esercizio ambiente;
- attacchi per flange UNI PN 16.

Queste valvole avranno corpo in acciaio inox.

### 3.4.5 Valvole riduttrici di pressione

Le valvole riduttrici di pressione avranno le seguenti caratteristiche funzionali:

- tipo di valvola di riduzione a molla tarabile;
- pressione di esercizio 16 bar;
- pressione nominale PN 16;
- temperatura di esercizio ambiente;
- campo di regolazione 0 ÷ 16 bar;
- attacchi per DN 1+1/2" ÷ 2+1/2" filettati GAS UNI ISO 7/1;
- attacchi per DN 80 flangiati UNI PN 16.

I materiali di costruzione di queste valvole saranno:

- corpo in ghisa, o bronzo, o equivalente;
- aste e molle in acciaio inossidabile;
- tenute in acciaio inossidabile.

### 3.4.6 Valvole di sfioro

Le valvole di sfioro avranno le seguenti caratteristiche funzionali:

- tipo di valvola a membrana con molla di regolazione manuale;
- pressione di esercizio 16 bar;
- pressione nominale PN 16;
- temperatura di esercizio ambiente;
- attacchi DN 50 UNI PN 16, filettati UNI ISO 7/1.

I materiali di costruzione di queste valvole saranno:

- corpo in ghisa, o bronzo, o equivalente;
- aste e molle in acciaio inossidabile;
- tenute in acciaio inossidabile.

### 3.4.7 Valvole regolatrici di livello

Le valvole regolatrici di livello avranno le seguenti caratteristiche funzionali:

- tipo di valvola a galleggiante;
- pressione di esercizio 16 bar;
- pressione nominale PN16;
- temperatura di esercizio ambiente;
- attacchi flangiati.

I materiali di costruzione di queste valvole saranno:

- corpo in ghisa, o bronzo, o equivalente;
- aste e molle in acciaio inossidabile;
- tenute in acciaio inossidabile.

### 3.4.8 Pressostati e misure di livello e pressione

#### 3.4.8.1 Pressostati e misure di pressione in rete

Dovranno essere forniti i pressostati necessari, come pure il trasmettitore di pressione con tutti gli accessori, valvole alla radice, ecc., come da schema.

#### 3.4.8.2 Livellostati e misuratori di livello

Dovranno essere forniti i livellostati ed il misuratore continuo di livello in vasca del tipo ad ultrasuoni, come da schema.

### 3.4.9 Giunti di smontaggio assiali

I giunti di smontaggio saranno installati sull'aspirazione delle pompe e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- tipo di giunto a semplice onda con flange UNI PN 16 girevoli;
- diametro DN 150;
- flangiatura UNI PN 16;
- pressione di esercizio atmosferica;
- temperatura di esercizio ambiente;
- fluido acqua.

I materiali di costruzione di questi giunti saranno:

- soffietto gomma telata;
- flange Fe 42 B.

### 3.4.10 Giunti dielettrici

I giunti dielettrici, posizionati alle estremità delle gallerie, dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- diametro nominale DN 125;
- flangiatura UNI PN 16;
- materiale delle flange Fe 420, o equivalente;
- isolamento PVC; o equivalente;
- bulloneria classe 4D.

## 3.5 Terminali

Gli idranti saranno conformi alle specifiche norme di riferimento e saranno adeguatamente individuati con apposita segnaletica; dovranno essere in posizione ben visibile e facilmente raggiungibile.

### 3.5.1 Cassetta idrante antincendio

#### 3.5.1.1 Tipo UNI 70

Le cassette antincendio con idranti tipo UNI 70 avranno le seguenti caratteristiche:

- installazione su supporto metallico, esternamente alla galleria;
- materiale cassetta in lamiera di acciaio inox lucidato, spessore 1 mm;
- portella in acciaio inox con vetro frangibile;

➤ esecuzione da parete.

Il suo corredo interno consisterà in:

- rubinetto idrante n° 2 x UNI 70;
- perno di attacco filettato GAS 2+½”;
- uscita filettatura UNI 56M;
- lancia in rame UNI 70, a getto multiplo anticalore;
- manichetta n° 2 in nylon industriale UNI 45, completa di raccordo a tre pezzi, con legature con filo d'acciaio zincato e manicotti coprilegatura in gomma;
- lunghezza 30 m;
- valvola di intercettazione generale DN 2+½”;
- valvola di riduzione DN 2+½”;
- pressostato presente.

### 3.5.1.2 Tipo UNI 45

Le cassette antincendio con idranti tipo UNI 45 avranno le seguenti caratteristiche:

- installazione interna alla galleria;
- materiale cassetta in lamiera di acciaio inox lucidato, spessore 1 mm;
- portella in acciaio inox, con vetro frangibile;
- esecuzione da parete.

Il suo corredo interno consisterà in:

- rubinetto idrante UNI 45;
- perno di attacco filettato GAS 1+½” e 2+½”;
- uscita filettatura UNI 56M;
- lancia in rame UNI 45, a getto multiplo anticalore;
- manichetta in nylon industriale UNI 45, completa di raccordo a tre pezzi, con legature con filo d'acciaio zincato e manicotti coprilegatura in gomma;
- lunghezza 30 m;
- valvola di intercettazione generale DN 2+½”;
- valvola di riduzione DN 1+½”;
- manometro presente.

### 3.5.2 Attacchi di mandata per autopompa

L'attacco di mandata per autopompa dei Vigili del Fuoco è un dispositivo, collegato alla rete di idranti, per mezzo del quale può essere immessa acqua nella rete di idranti in condizioni di emergenza; il dispositivo comprenderà:

- due bocche di immissione conformi alla specifica normativa di riferimento, con diametro non minore di DN 70, dotate di attacchi con girello (UNI 804), protetti contro l'ingresso di corpi estranei nel sistema a mezzo di tappo;
- valvola di sicurezza tarata a 1,2 MPa, per sfogare l'eventuale eccesso di pressione dell'autopompa;
- valvola di non ritorno od altro dispositivo atto ad evitare fuoriuscita d'acqua dall'impianto in pressione;
- valvola di intercettazione, normalmente aperta, che consenta l'intervento di manutenzione sui componenti, senza vuotare l'impianto;
- nel caso di possibilità di gelo, eventuale dispositivo di drenaggio.

Sarà previsto un attacco nei pressi di ciascun imbocco della galleria.

I gruppi di attacco per autopompa devono essere installati in modo da garantire le seguenti caratteristiche:

- bocca di immissione accessibile alle autopompe in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio; se sono sottosuolo, il pozzetto deve essere apribile senza difficoltà ed il collegamento agevole;
- protezione da urti od altri danni meccanici e dal gelo;
- ancoraggio stabile al suolo od ai fabbricati.

Gli impianti devono essere segnalati mediante cartelli o iscrizioni conformi alla normativa vigente.

### 3.6 Quadro elettrico

I quadri per il sistema di pressurizzazione e per la motopompa dovranno essere quelli standard del Costruttore; dovranno essere comunque resi disponibili segnali digitali e, se previsti, analogici, di stato, misure ed allarmi da connettere al PLC di cabina.

In particolare, il sistema di supervisione dovrà acquisire il segnale  $4 \div 20$  mA proporzionale al livello dell'acqua nella vasca di accumulo; il PLC dovrà, inoltre, stabilire un minimo livello per l'allarme di "prossimo esaurimento dell'acqua in vasca".

Il minimo livello assoluto, rilevato dal livellostato, deve disporre di due contatti per l'arresto delle elettropompe.

### 3.7 *Materiali minuti*

#### 3.7.1 *Tracciatura antigelo*

Qualora se ne ravveda la necessità, qualora occorra eseguire la tracciatura elettrica antigelo per tratti di tubazione e per le cassette con attacchi per i VVF, si utilizzerà un cavo scaldante autoregolante tipo MCA8 – Tunnel della Raytech, o equivalente, nella misura di un metro di cavo per metro di tubo.

All'interno di ogni sala pompe, è previsto un sistema di riscaldamento del locale composto da due riscaldatori elettrici di potenza pari a 7,5 kW cadauno.

#### 3.7.2 *Bulloneria ad espansione*

La bulloneria ad espansione sarà del tipo HILTI, o equivalente, e dimensionata a seconda delle esigenze degli equipaggiamenti e materiali scelti dall'Appaltatore.

#### 3.7.3 *Verniciatura*

La verniciatura da effettuare sulle tubazioni della sala pompe e di tutte le parti a vista dovrà rispondere al seguente ciclo:

- sabbatura a secco con sabbia silicea spinta ad aria compressa;
- una mano di stabilizzante della ruggine;
- due mani di vernice sintetica di colore distintivo rosso.

#### 3.7.4 *Pompa di drenaggio in sala pompe*

Le caratteristiche funzionali della pompa di drenaggio in sala pompe saranno:

- portata nominale  $2 \div 3 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- prevalenza 10 metri;
- pressione aspirazione atmosferica;
- fluido pompato acqua.

Le sue caratteristiche costruttive saranno:

- corpo pompa ghisa;
- girante acciaio inossidabile;
- tensione di alimentazione 400 V, 50 Hz.

Gli accessori di corredo saranno costituiti da interruttori di livello a galleggiante e quadretto di comando e controllo.

**INDICE****N – Sistema di rivelazione incendi**

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. SISTEMA DI RIVELAZIONE INCENDI.....</b>	<b>4</b>
3.1    NORME DI RIFERIMENTO .....	4
3.2    RIVELAZIONE INCENDI IN GALLERIA .....	4
3.2.1 <i>Generalità.....</i>	<i>4</i>
3.2.2 <i>Caratteristiche del cavo .....</i>	<i>6</i>
3.2.3 <i>Caratteristiche delle unità di controllo.....</i>	<i>7</i>
3.3    RIVELAZIONE INCENDI NELLE CABINE ELETTRICHE.....	8
3.3.1 <i>Centrale di rivelazione .....</i>	<i>8</i>
3.3.2 <i>Rivelatore ottico di fumo .....</i>	<i>10</i>
3.3.3 <i>Pulsante manuale allarme incendio.....</i>	<i>10</i>
3.3.4 <i>Sirena elettronica autoprotetta 12 / 24V con lampeggiatore.....</i>	<i>10</i>
3.3.5 <i>Impiantistica per sistemi rivelazione incendio.....</i>	<i>11</i>



## 1. OGGETTO

La presente specifica tecnica descrive lo scopo e le caratteristiche dell'impianto di rivelazione incendi ed antintrusione a servizio delle gallerie stradali.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti saranno realizzati a regola d'arte; le loro caratteristiche e dei singoli componenti corrisponderanno alle norme vigenti ed in particolare saranno conformi a:

- \* alle prescrizioni applicabili contenute nelle disposizioni legislative;
- \* alle prescrizioni applicabili contenute nelle Circolari Ministeriali;
- \* alle prescrizioni delle Norme UNI e CEI;
- \* alle prescrizioni delle Norme internazionali (ISO, IEC, EN, ecc.) in assenza di norma nazionale corrispondente;
- \* alle prescrizioni delle Norme Tecniche ANAS;
- \* alle raccomandazioni emesse dal PIARC e dal CIE;
- \* alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali;
- \* alle prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL e TELECOM.

### 3. SISTEMA DI RIVELAZIONE INCENDI

#### 3.1 Norme di riferimento

Le apparecchiature in esame saranno rispondenti alle Leggi, Norme e Raccomandazioni in vigore e, in particolare, a:

- UNI EN 54-1 “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Introduzione”;
- UNI EN 54-2 “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Centrale di controllo e segnalazione”;
- UNI EN 54-3 “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Dispositivi sonori di allarme incendio”;
- UNI EN 54-4 “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Apparecchiatura di alimentazione”;
- UNI EN 54-5 “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Rivelatori di calore - Rivelatori puntiformi”;
- UNI EN 54-7 “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Rivelatori di fumo - Rilevatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione”;
- UNI EN 54-11 “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Punti di allarme manuali”;
- UNI EN 9795 “Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio - Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore e punti di segnalazione manuali”.

Le suddette norme risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

I componenti elettrici da impiegare nella costruzione delle apparecchiature in oggetto dovranno essere muniti di marchio IMQ, o di altro marchio di conformità alle norme di uno dei Paesi della Comunità Economica Europea; inoltre, dovranno avere la marcatura CE.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

#### 3.2 Rivelazione incendi in galleria

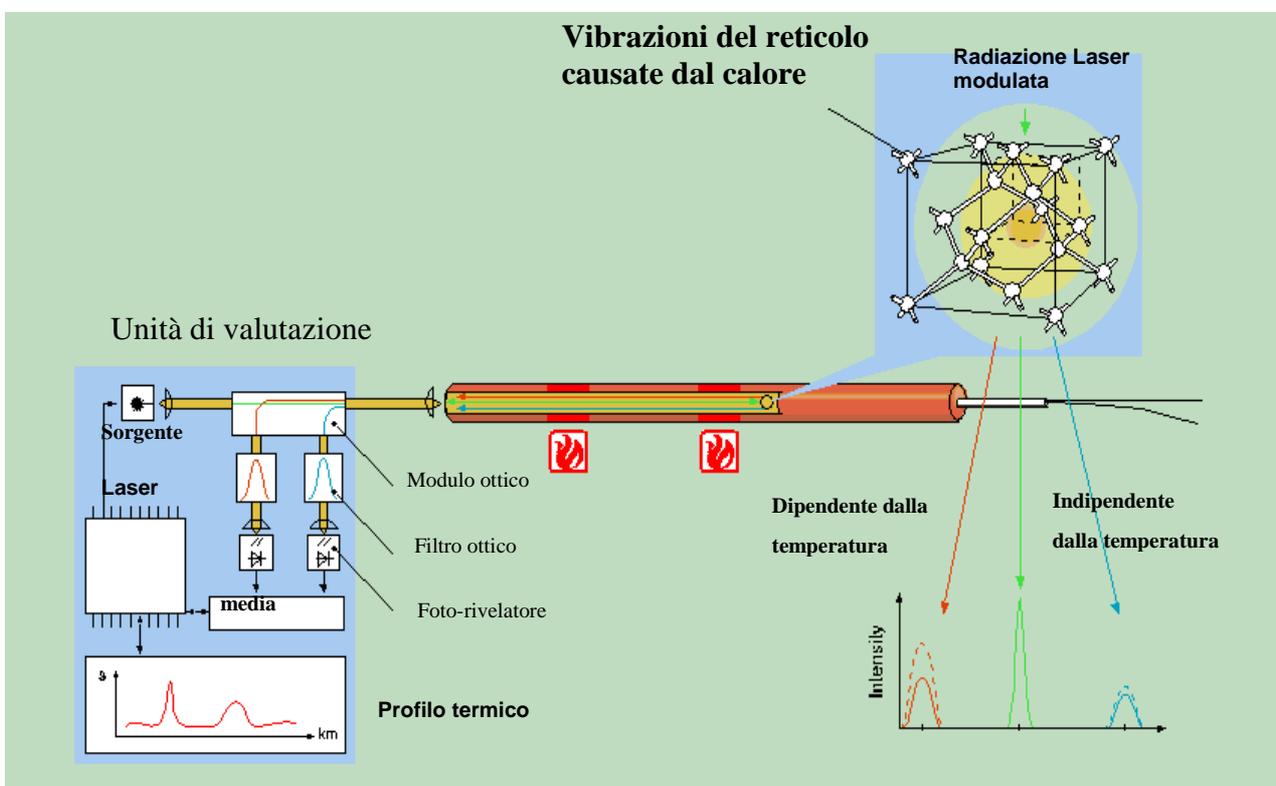
##### 3.2.1 Generalità

La rivelazione degli incendi in galleria verrà effettuata mediante il sistema denominato Fibrolaser II; tale sistema prevede l'impiego congiunto di cavo termosensibile in fibra ottica e di due unità elettroniche di controllo installate nei locali tecnici agli imbocchi;

queste unità conterranno ognuna un generatore del raggio laser, disattivabile mediante interruttore allarmato, e la strumentazione di analisi del segnale di risposta.

Il principio di funzionamento si basa su una combinazione della tecnologia delle fibre ottiche e della tecnologia laser. Con questo criterio le vibrazioni causate da una variazione di temperatura nella struttura cristallina della fibra ottica possono essere esattamente misurate da un raggio laser. Ci sono diverse applicazioni che sfruttano questa tecnologia, ad esempio una delle fibre inserita all'interno di un cavo multiplo può rivelarne con precisione l'eventuale interruzione o corto circuito, permettendone la immediata riparazione; in altre applicazioni, una fibra viene stesa in vicinanza di cavi di tensione, monitorandone la temperatura.

Principio di Raman:



Nel caso del Fibrolaser II la tecnologia viene applicata per la rivelazione incendi nelle gallerie, permettendone la determinazione della esatta locazione mediante la misurazione continua della temperatura lungo tutta l'estensione del tunnel. Ovviamente, la conformazione del cavo non è comparabile con quella di una fibra per la trasmissione dei dati utilizzata anche nelle applicazioni di monitoraggio sopra descritte.

Inoltre, per consentire la rilevazione del calore radiato, di fondamentale importanza come sopra descritto, il cavo deve, oltreché essere leggermente distanziato dalla parete (ad esempio mediante dispositivi di fissaggio), vedere l'ambiente intorno a sé.

Con il Sistema Fibrolaser II vengono assicurati:

- l'efficienza del rivelatore nel tempo (vita operativa > 30 anni);

- la possibilità di effettuare diagnosi, controlli, tarature e programmazioni a distanza tramite linee ISDN e/o telefonica pubblica;
- un minor costo installativo rispetto ad altri sistemi che devono prevedere dispositivi elettronici di identificazione all'interno della galleria stessa.

Tutti i dati potranno essere riportati a distanza tramite un collegamento seriale ed un apposito software di gestione.

Come già accennato in precedenza, il sistema Fibrolaser II sarà composto da:

- Cavo a fibra ottica con sez. di 8 mm. HDPE (Polietilene ad alta densità) con capillare interno in acciaio.
- Due unità di controllo installate nelle cabine elettriche agli imbocchi, comprendenti ognuna:
  - Una centrale per la gestione delle segnalazioni provenienti dal cavo a fibre ottiche;
  - Un software con applicativo per la gestione degli allarmi ed il controllo delle temperature (identificazione degli allarmi su 128 zone di rivelazione per ogni Unità di controllo);
  - Un armadio Rack 19" IP55.

Tali unità di controllo consentiranno la trasmissione al sistema di telecontrollo di livello gerarchico superiore, ad intervalli regolari di tempo, delle grandezze rilevate e, ad ogni evento, per i cambiamenti di stato o per variazioni significative di grandezze o per interrogazione da operatore.

Il segnale di rilevazione incendio da parte del cavo sensore viene riportato dall'unità di controllo al sistema della Gestione Tecnica Centralizzata; solo a seguito di valutazione ed approvazione da parte degli operatori della sala controllo di Torino, tale sistema provvederà automaticamente a:

- commutare le lanterne semaforiche al segnale rosso e bloccare di conseguenza il traffico all'esterno della galleria ed in galleria a monte dell'incendio, rispetto al verso del traffico;
- comandare la segnalazione della situazione di emergenza sui pannelli a messaggio variabile;
- attivare l'impianto di ventilazione secondo la configurazione più idonea al funzionamento in caso di incendio (per i dettagli vedere la relazione di calcolo della ventilazione);
- attivare il sistema di allarme incendio;
- comandare la chiusura delle barre automatiche di chiusura fornice.

### **3.2.2 Caratteristiche del cavo**

Il cavo sensore è l'elemento di rivelazione del sistema Fibrolaser II; Esso è composto da un capillare in acciaio inossidabile con un diametro esterno di 1.65 mm. Il tubicino

contiene 2 fibre al quarzo indipendenti, con un diametro esterno di 0,25 mm. Lo spazio rimanente nel capillare in acciaio è riempito con anidro, materiale conduttore del calore.

Il tubo capillare in acciaio è racchiuso in un materiale plastico senza alogeni che oltre a semplificarne l'impiego durante l'installazione, migliora sia la stabilità meccanica che la sensibilità al calore radiato. Difatti il capillare in acciaio senza isolamento rifletterebbe la radiazione.

### **SPECIFICHE DEL CAVO SENSORE:**

- Fibra multimodale in tubo in acciaio;
- Lunghezza del cavo sino a 4000 m per ogni Unità di Controllo;
- Diametro: 8 mm;
- Campo di temperatura:  $-30^{\circ}\text{C} \div + 90^{\circ}\text{C}$ ;
- Periodo di vita  $>30$  anni

### **PRESTAZIONI DEL SISTEMA:**

- Misura diretta della temperatura;
- Rivelatore differenziale con risposta statica in temperatura;
- Classe A 1 R in accordo alle EN54-5 ed 2, draft 4, 1992;
- Caratteristiche termodifferenziali in accordo alle Norme EN54:  
Incremento  $5^{\circ}\text{C}$  Tempo risposta min. 4 min. ... max. 8 min.  
Incremento  $10^{\circ}\text{C}$  Tempo risposta min. 1 min. ... max. 4 min.  
Incremento  $20^{\circ}\text{C}$  Tempo risposta min. 30 s ... max. 2 min.
- Caratteristiche misurazione di temperatura massima: Temperatura di attivazione tra  $55^{\circ}\text{C}$  e  $65^{\circ}\text{C}$ .

#### *3.2.3 Caratteristiche delle unità di controllo*

Le unità di controllo sono costituite da una stazione di lavoro (personal computer) ed un software di visualizzazione delle zone e dei profili termici e di gestione dei parametri e degli eventi di allarme o guasto del sottosistema collegato. Inoltre, realizzano le interazioni con altri impianti tecnologici.

Il software comprende un tool di configurazione e un simulatore di protocollo.

Ogni stazione di lavoro avrà almeno le seguenti caratteristiche:

- unità centrale di tipo Pentium;
- tastiera e mouse;
- RAM 64 Megabyte o superiore;
- grafica VGA con adattatore a 256 colori e monitor 17" - 1024 byte di memoria;

- drive configurato come A: (3.5" 1.44 MB);
- drive configurato come D: (CD - Rom);
- disco fisso (C:) di minimo 4 GB.

Tutte le unità saranno completa di ogni accessorio e dei cablaggi necessari per il funzionamento a regola d'arte.

Tramite le unità di controllo è possibile programmare 3 diversi gradienti termici, fissando rispettivi valori di temperatura e di tempo. Sarà sufficiente il raggiungimento di uno dei 3 stati per scatenare l'allarme.

È anche possibile programmare il sistema in modo che l'allarme venga dato se in un punto di una determinata tratta la temperatura rilevata superi di una soglia programmabile la temperatura media della tratta stessa.

Caratteristiche della misurazione di una temperatura massima: la temperatura di attivazione è programmabile.

Tutte le programmazioni sopra riferite sono attivabili contemporaneamente e sono relative ad ogni singola zona, pertanto posso avere delle parametrizzazioni diverse per ogni tratta del cavo.

La segnalazione della variazione termica del calore radiato in un determinato punto della galleria, sarà probabilmente il primo degli allarmi segnalati dall'Unità di Controllo, a seguire, ed in stretta dipendenza dalla velocità dell'aria, avremo gli allarmi relativi al superamento dei gradienti termici predefiniti nelle diverse tratte del tunnel, causati dai gas caldi trasportati e diluiti dal movimento dell'aria; se tale movimento non è eccessivo si avranno poi le segnalazioni relative al superamento delle soglie di temperatura massima prefissate, dovute sia al calore radiato che al calore per convezione.

Tutti i dati potranno essere riportati a distanza tramite collegamenti seriali e appositi software di gestione.

L'entità del valore raggiunto nei diversi punti del tunnel sarà visibile su P.C. tramite il software Visualizer, che consente la visualizzazione del profilo termico del cavo Fibrolaser II in misura continua, con grado di risoluzione programmabile (consigliabile dell'ordine dei 3 ÷ 4 m). Sul P.C. sarà pertanto possibile monitorare in maniera continuativa, 24 ore su 24 l'intera tratta, anche in assenza di allarmi.

Attraverso i PLC e/o il Sistema di Supervisione, o anche con l'utilizzo di alcuni contatti ON/OFF presenti sulle unità di controllo, è possibile l'attivazione automatica e/o semiautomatica di sistemi di spegnimento, aspiratori, stacco di quadri elettrici ecc.

### **3.3 Rivelazione incendi nelle cabine elettriche**

Nelle cabine elettriche di trasformazione a servizio delle gallerie, devono essere previsti sensori per la rivelazione dell'incendio, al fine di allertare, tramite rete informatica, la centrale operativa del Compartimento.

#### **3.3.1 Centrale di rivelazione**

La centrale di rivelazione incendi dovrà essere in grado di elaborare segnali provenienti da apparecchiature analogico attive, come ad esempio rivelatori automatici (di fumo, di calore, ecc.), pulsanti di allarme, apparecchiature per il controllo di ingressi ecc.,



mediante una linea a due conduttori (non schermata e non twistata); la capacità della linea dovrà consentire di collegare sino a 128 apparecchiature analogico attive.

Ad ogni modulo di linea si potranno collegare sino a 4 linee analogico attive e la centrale dovrà essere in grado di elaborare sino a 40 moduli di linea.

L'indicazione di deriva, ottenibile automaticamente o su richiesta permetterà di avere l'indicazione di stato di un rivelatore automatico di fumo.

Al fine di ottimizzare l'installazione della rete di collegamento, il bus dei rivelatori dovrà consentire collegamenti su diramazioni a T (linea a stella), per la connessione di apparecchiature di rivelazione dello stesso tipo di quelle inserite nella linea principale.

Dovrà essere possibile assegnare liberamente un indirizzo a tutte le apparecchiature che dovranno essere collegate in una linea di rivelazione analogico attiva. Ogni successivo ampliamento, ad esempio l'aggiunta di ulteriori apparecchiature tra quelle già installate o alla fine della linea di rivelazione non dovrà interferire con gli indirizzi o dati utente inizialmente assegnati alle apparecchiature esistenti.

La linea di rivelazione analogico attiva elaborerà le seguenti condizioni di segnale verificato tra l'apparecchiatura di rivelazione e la centrale:

- aggiustamento del livello di sensibilità dei rivelatori;
- modifica delle caratteristiche di risposta dei rivelatori;
- valutazione multizona.

L'assegnamento degli indirizzi dovrà essere visualizzato sul terminale operativo come descrizione geografica della posizione fisica dell'apparecchiatura di rivelazione; il sistema dovrà essere in grado di identificare il tipo di rivelatore installato in ogni base e conseguentemente verificare questa informazione durante il normale funzionamento e servizio.

La centrale modulare analogica ad indirizzamento di rilevazione incendi e fumi sarà contenuta in una custodia metallica verniciata o in vetroresina, con logica a microprocessore per la gestione dei rivelatori con indirizzamento, in grado di fornire:

- un segnale per allarme ottico ed acustico;
- un segnale da inviare al sistema di supervisione.

L'alimentatore dovrà risultare conforme alla norma EN 54 parte 4; conterrà adatte protezioni contro le sovratensioni, per evitare malfunzionamenti o danneggiamenti dovuti a sbalzi di tensione.

La centrale dovrà essere dotata di una batteria di emergenza, dimensionata per garantire l'alimentazione per 12 - 72 ore; dopo questo lasso di tempo, dovrà essere mantenuta una condizione d'allarme per almeno 15 minuti.

La modalità di ricarica della batteria dovrà essere programmabile in modo da adattarsi alle curve di ricarica indicate dal produttore della batteria.

Le interruzioni della tensione di rete di durata inferiore ad un periodo predefinito non attiveranno alcuna indicazione di allarme ottica od acustica sul terminale di comando; in

caso d'interruzione della tensione di rete, l'alimentatore commuterà automaticamente sull'alimentazione da batteria, mantenendo il sistema totalmente operativo.

Al ripristino della tensione di rete, l'alimentatore commuterà automaticamente in modalità di funzionamento normale, senza la necessità di alcun intervento esterno.

La centrale dovrà essere in grado di collegarsi con il sistema di telecontrollo tramite un collegamento RS232.

Il software dovrà essere installato in licenza d'uso all'Ente Appaltante e l'Appaltatore non dovrà rivendicare alcun onere per il mantenimento di tali licenze.

### **3.3.2 Rivelatore ottico di fumo**

I rivelatori ottici di fumo saranno conformi alle norme UNI EN 54/7 ed avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- trasmissione analogica della misura;
- individuazione singola tramite indirizzo;
- auto diagnostica integrata continua;
- immunità ai disturbi elettrici;
- temperature estreme di lavoro da  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
- tensione di funzionamento 12 / 24V fornita dall'alimentatore della centrale;
- involucro in PVC autoestinguente, con grado di protezione minimo IP43, completo di zoccolo di montaggio.

### **3.3.3 Pulsante manuale allarme incendio**

I pulsanti manuali di allarme incendio saranno conformi alle norme UNI EN 54/11 ed avranno le seguenti caratteristiche:

- individuazione singola tramite indirizzo;
- prova d'allarme con apposita chiave;
- immunità ai disturbi elettrici;
- tensione di funzionamento 12 / 24V, fornita dall'alimentatore della centrale;
- involucro in PVC autoestinguente di colore rosso, con vetro a rompere antischeggia, con grado di protezione minimo IP54;
- minuterie varie.

### **3.3.4 Sirena elettronica autoprotetta 12 / 24V con lampeggiatore**

La sirena elettronica avrà le seguenti caratteristiche:

- contenitore in materiale termoplastico;
- grado di protezione IP65;

- pressione sonora 101 dB a 1 metro;
- batterie tampone 2,1 Ah, 12 V;
- caratteristiche del lampeggiatore:
  - calotta in poli carbonato e base d'alluminio;
  - regolazione della frequenza del lampeggio, compresa tra 60 e 90 al minuto;
  - calotta di colore arancione;
  - lampada allo xeno;
  - intensità luminosa non inferiore a 2000 cd;
  - grado di protezione IP65.

### *3.3.5 Impiantistica per sistemi rivelazione incendio*

I collegamenti dei circuiti sensori e stazioni manuali saranno eseguite con cavo a doppia coppia di tipo telefonico, con guaina in materiale isolante a bassa emissione di fumi e gas tossici di diametro 0,9 mm; tali collegamenti dovranno essere realizzati entro cavidotti in PVC, serie pesante, autoestinguenti.

## INDICE

### 0 – Elettroventilatori

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DI INSTALLAZIONE .....</b>	<b>5</b>
3.1 DATI AMBIENTALI.....	5
3.2 CARATTERISTICHE DELLA RETE ELETTRICA A 690 V .....	5
<b>4. VENTILATORI IN GALLERIA .....</b>	<b>6</b>
4.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	6
4.1.1 <i>Girante assiale</i> .....	6
4.1.2 <i>Motore elettrico asincrono trifase</i> .....	6
4.1.3 <i>Cassa di alloggiamento</i> .....	7
4.2 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI VENTILATORI A 690 V .....	7
4.3 ALIMENTAZIONE DEI VENTILATORI .....	7
4.4 FISSAGGIO DEI VENTILATORI ALLA VOLTA.....	8
4.5 CONTROLLO DELL'ORIZZONTALITÀ E DELLA VIBRAZIONE DEI VENTILATORI .....	8
4.5.1 <i>Controllo dell'orizzontalità</i> .....	8
4.5.2 <i>Controllo della vibrazione</i> .....	8
4.6 GARANZIA DI QUALITÀ E COLLAUDI.....	10
4.7 DOCUMENTI DA PRODURRE.....	10
<b>5. SISTEMA DI PRESSURIZZAZIONE BY PASS .....</b>	<b>11</b>
5.1 INTRODUZIONE .....	11
5.2 RIFERIMENTI.....	11
5.3 REQUISITI DELL'IMPIANTO .....	12
5.4 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO VENTILAZIONE BY-PASS .....	12
5.4.1 <i>By-pass con porte chiuse</i> .....	12
5.4.2 <i>By-pass con una porta aperta per evacuazione</i> .....	14
5.4.3 <i>By-pass con una porta aperta per spegnimento</i> .....	14
5.5 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO .....	14
5.6 COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO .....	15

5.7	VENTILATORE ASSIALE CON INVERTER .....	16
5.7.1	<i>Caratteristiche costruttive</i> .....	16
5.7.2	<i>Caratteristiche tecniche</i> .....	16
5.8	VARIATORI DI VELOCITÀ PER MOTORI ASINCRONI.....	17
5.8.1	<i>Riferimento a norme specifiche</i> .....	17
5.8.2	<i>Caratteristiche costruttive</i> .....	17
5.8.3	<i>Caratteristiche tecniche generali</i> .....	18
5.8.4	<i>Prescrizioni di posa</i> .....	18
5.8.5	<i>Criteri di accettazione e Modalità di collaudo</i> .....	18
5.8.6	<i>Oneri aggiuntivi</i> .....	19
5.9	CANALIZZAZIONI DELL'ARIA .....	19
5.9.1	<i>Generalità</i> .....	19
5.9.2	<i>Curve</i> .....	20
5.9.3	<i>Giunzioni e rinforzi</i> .....	20
5.9.4	<i>Spessori</i> .....	21
5.9.5	<i>Posa dei canali</i> .....	21
5.10	SERRANDE .....	22
5.10.1	<i>Serrande di taratura e intercettazione ad alette</i> .....	22
5.10.2	<i>Griglie di transito</i> .....	23
5.10.3	<i>Serrande a tenuta di fumo</i> .....	23
5.10.4	<i>Serrande di sovrappressione o a gravità</i> .....	24
5.10.5	<i>Serrande tagliafuoco automatiche</i> .....	24



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali degli elettroventilatori a servizio delle gallerie stradali e della pressurizzazione dei filtri, oltre che dei loro sistemi accessori; questa si intende integrativa degli elaborati che compongono il progetto, che risultano comunque, in caso di difformità nei contenuti, quelli che l'Appaltatore deve seguire per la realizzazione degli impianti oggetto dell'appalto.



## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Le apparecchiature in esame saranno rispondenti alle Leggi, Norme e Raccomandazioni in vigore; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

Inoltre, dovranno essere realizzati da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. CARATTERISTICHE DI INSTALLAZIONE

#### 3.1 *Dati ambientali*

I dati del luogo di installazione delle apparecchiature in oggetto sono i seguenti:

- ambiente d'installazione all'interno di gallerie autostradali
- clima continentale;
- altitudine < 1000 m s.l.m.;
- temperatura minima -10°C;
- temperatura massima d'esercizio + 40°C;
- umidità relativa a +40°C 60%;
- umidità relativa a +25°C 90%.

#### 3.2 *Caratteristiche della rete elettrica a 690 V*

Le caratteristiche della rete elettrica che alimenta le apparecchiature in oggetto sono le seguenti

- tensione nominale d'impiego 690 V;
- tensione nominale d'isolamento  $\geq 1000$  V;
- frequenza nominale 50 Hz;
- categoria del sistema elettrico I;
- variazione di tensione massima  $\pm 10\%$ ;
- tensione circuiti ausiliari 230 V, 50 Hz;
- corrente di corto circuito simmetrica presunta punto d'installazione 10kA
- tipo di rete TN-S.

## 4. VENTILATORI IN GALLERIA

I ventilatori ad induzione reversibili saranno disposti a coppie, in volta della galleria.

### 4.1 *Caratteristiche costruttive*

Gli acceleratori assiali per la ventilazione longitudinale saranno adatti anche per funzionamento in emergenza, in caso di incendio, con temperatura di 400°C per 90 minuti; dopo il funzionamento in emergenza, l'unità dovrà essere sottoposta a revisione.

Saranno costituiti da:

- girante assiale;
- motore elettrico asincrono trifase;
- cassa con silenziatori, boccaglio e piedi di supporto;

#### 4.1.1 *Girante assiale*

La girante assiale sarà del tipo speciale per alte temperature, con pale a profilo alare a flusso reversibile; l'angolo di calettamento delle pale può essere modificato da fermo per la definizione della portata e della spinta volute.

Le pale saranno costruite in lega di alluminio secondo EN 1676 e BS 1490:1998, equivalenti a ISO 3522 e 7720, grado EN AB 44100 o EN AB 42100.

Il mozzo avrà grado LM25TF, equivalente a ISO 3522 e 7720; presenterà un inserto di acciaio o ghisa, con una sede per linguetta, per accoppiamento diretto all'albero motore secondo BS 4235:1972.

La girante sarà bilanciata staticamente per ottenere un livello di vibrazione di G6.3, secondo ISO 1940; il ventilatore nella sua interezza sarà bilanciato secondo ISO/DIS 13350:1999(E), per ottenere un livello di vibrazione di 2,8 mm/s r.m.s.

#### 4.1.2 *Motore elettrico asincrono trifase*

Il motore elettrico sarà asincrono trifase, ad induzione, con rotore a gabbia di scoiattolo, adatto per avviamento diretto e per funzionamento continuo, secondo BS 5000:1973, Parte 99, equivalenti a IEC 34-1; la classe di isolamento sarà H, ottenuta con materiali isolanti in poliestere o similari.

Gli avvolgimenti saranno impregnati con silicone, mentre la guaina isolante dei cavi utilizzerà materiali in fibra o similari; il grado di protezione complessivo sarà non inferiore a IP55; all'interno del motore saranno inoltre installati dei sensori termici PT100 per il controllo della temperatura degli avvolgimenti, collegati direttamente al PLC di competenza.

La morsettiere sarà riportata all'esterno, sulla cassa dell'acceleratore, ed anch'essa presenterà grado di protezione IP55; i cuscinetti motore, di tipo prelubrificato, saranno dimensionati secondo ISO 281-L10, per 20.000 ore di funzionamento, con una vita media del cuscinetto di 100.000 ore secondo ISO 281 L 10.

#### 4.1.3 Cassa di alloggiamento

La cassa di alloggiamento del gruppo motore – girante sarà costruita in acciaio inox AISI 316L, con spessore minimo di 4 mm e completa di flange per l'accoppiamento, opportunamente forate; ad essa saranno accoppiati due silenziatori cilindrici, di lunghezza 1D, costruiti in acciaio inox AISI 316L, con spessore minimo di 1 mm, rivestiti internamente con materiale fonoassorbente ad elevato coefficiente di assorbimento acustico, imputrescibile, antimuffa e ininfiammabile secondo BS 467:1971, parte 7, classe 1, rivestito esternamente con un lamierino forato in acciaio inox AISI 316L, con spessore minimo 0,7 mm.

Un boccaglio in lamiera di acciaio inox AISI 316L sarà collegato al corpo silenziatore; una serie di piedi di supporto a squadra di acciaio inox AISI 316L, opportunamente forati, consentiranno il fissaggio alla volta della galleria.

#### 4.2 Caratteristiche tecniche dei ventilatori a 690 V

Le caratteristiche progettuali dei ventilatori sono le seguenti.

- diametro girante 1600 mm;
- portata d'aria volumetrica 60,7 m<sup>3</sup>/s;
- spinta in aria ferma ( $\sigma = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ) 1989 N;
- velocità di efflusso 30,2 m/s;
- velocità di rotazione 975 giri/minuto;
- potenza motore 50 kW;
- potenza assorbita 49,2 kW;
- livello di rumorosità 70 dB (A) a 10 m a 45° in campo libero emissione emisferica;
- rendimento motore 88%;
- fattore di potenza ( $\cos\phi$ ) 0,88;
- alimentazione elettrica 690 V, 50 Hz, trifase;
- classe d'isolamento H;
- temperatura massima di funzionamento 40°C, o 400°C per 90 minuti in emergenza.

#### 4.3 Alimentazione dei ventilatori

Ogni ventilatore deve essere dotato di una linea di alimentazione con cavi tripolari resistenti all'incendio, proveniente dal quadro di comando relativo; l'unità potrà essere sezionata localmente per mezzo di una presa decontattore.

La sezione dei cavi, costituenti i singoli circuiti, deve essere calcolata in modo che la caduta di tensione fra il punto di partenza (quadro di distribuzione) ed il motore dei ventilatori non superi il 5% del valore della tensione di alimentazione.

Inoltre le sezioni dei cavi alimentanti i singoli circuiti devono essere dimensionate anche con riferimento ai valori di intervento delle protezioni di massima corrente, in modo che sia assicurato l'intervento della protezione senza danneggiamento del cavo, qualunque sia la posizione del guasto lungo la linea.

#### **4.4 Fissaggio dei ventilatori alla volta**

La struttura di sostegno dei ventilatori è fissata alla volta mediante piastre in acciaio e tasselli pesanti inox A4-70DIN267T11; il tassello pesante è adatto ad elevata capacità di carico. Il suo fissaggio avverrà con pressione idonea sulla parete del foro, con espansione a controllo di coppia; sarà munito di dispositivo di antirotazione durante il serraggio, idoneo per carico dinamico e zone tese. Sarà di lunghezza tale da consentire il fissaggio, passando il tassello attraverso lo spessore della struttura e delle piastre.

Le piastre e le barre devono essere idonee per sopportare un peso non inferiore a due volte i pesi della struttura e dei ventilatori, compresa la spinta dei ventilatori.

Ogni ventilatore è, inoltre, avvolto da due cavi in trefoli di acciaio  $\varnothing 10$ ; ogni cavo viene montato in modo da avvolgere con un giro completo la carcassa del ventilatore nella zona centrale, passando attraverso due anelli laterali, saldati alla carcassa del ventilatore. Il cavo è dotato di anello capocorda e di redancia per l'infilaggio del cavo stesso, nonché di morsetti di tenuta; il complesso dei cavi in trefoli di acciaio ha la funzione di supporto di sicurezza dei ventilatori ed interviene nel caso in cui i sostegni vengano a cedere, per cui i cavi devono essere tesati, ma non posti in trazione.

Prima di realizzare l'installazione alla volta della struttura di sostegno dei ventilatori, andranno effettuati saggi di foratura della volta, con fori  $\varnothing \geq 32$  mm e lunghezze di foratura  $\approx 250$  mm.

#### **4.5 Controllo dell'orizzontalità e della vibrazione dei ventilatori**

##### **4.5.1 Controllo dell'orizzontalità**

Su ogni ventilatore saranno installate due antenne di allarme, definite come "controllo di orizzontalità", ognuna costituita da cassetta stagna con asta e microswitch NC, collegate da un cavetto in acciaio; il sistema delle antenne sarà posato fra la struttura di sostegno dei ventilatori e la carcassa del ventilatore, in modo che un eventuale cedimento dei sostegni del ventilatore e, quindi, la variazione dell'assetto orizzontale di posa del ventilatore stesso, venga sentito dalle antenne e venga trasmesso in centrale sotto forma di allarme.

##### **4.5.2 Controllo della vibrazione**

Si installerà, inoltre, un dispositivo atto a controllare le vibrazioni della macchina e, quindi, il bilanciamento della girante (misuratore di vibrazione); il segnale emesso da questo dispositivo, unitamente a quello dell'orizzontalità, dovrà pervenire al PLC di competenza e, quindi, al sistema di telecontrollo; i segnali sono letti ed acquisiti dal sistema in modo da fermare il motore del ventilatore in caso di vibrazioni anomale, o di distacco del ventilatore rispetto alla posizione di orizzontalità.

#### 4.5.2.1 Collegamento dei segnali

Il segnale generato dai trasduttori di orizzontalità e vibrazione farà capo alla centralina di elaborazione; il collegamento tra trasduttore e centralina sarà effettuato mediante cavo di qualità FROH2R da 1,5 mm<sup>2</sup>, per consentire la connessione fino a 500 m circa.

Il fornitore del sistema dovrà confermare l' idoneità di detto cavo ed eventualmente fornire le specificazioni necessarie, se non conforme al sistema fornito.

#### 4.5.2.2 Trasduttore di vibrazione

Il trasduttore di vibrazione sarà di tipo sismico elettrodinamico (velocimetro), atto cioè a rilevare il parametro velocità di vibrazione; al suo interno non sono previsti circuiti di linearizzazione o amplificazione del segnale.

Il trasduttore dovrà poter operare correttamente nel campo di temperatura da -10 a +100°C; dovrà essere ermetico con grado di protezione IP65, insensibile all'umidità ambientale e resistente alla contaminazione da polveri ed oli lubrificanti.

Sarà completo di connettore maschio - femmina a Norme MIL, in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche e termiche.

#### 4.5.2.3 Apparecchi di controllo

I circuiti di controllo di tipo elettronico dovranno essere completamente transistorizzati; il segnale proveniente da un trasduttore dovrà essere avviato al rispettivo circuito di condizionamento e misura. Non sono ammessi sistemi a scansione.

La risposta del sistema dovrà essere lineare, almeno in un campo di frequenza da 10 a 1000 Hz.

Ogni centralina dovrà poter disporre di una coppia di canali di misura e cioè ricevere fino a 4 segnali da altrettanti ventilatori; ogni canale di misura sarà dotato di un circuito discriminatore di soglia di tipo statico a comparatore d'ampiezza, atto a pilotare un relè d'uscita (contatto SPDT 250 V, 3 A, 50 Hz) ed un indicatore luminoso (LED).

Il livello d'intervento della soglia d'allarme sarà regolabile tra il 10% ed il 100% della scala di misura; la soglia di allarme sarà corredata di un dispositivo di ritardo dell'intervento a tempo indipendente dal valore e regolabile da 0 a 20 secondi.

La logica del sistema deve essere la seguente:

- in condizioni normali (livello di vibrazione inferiore alla soglia), il relè è diseccitato ed il LED di segnalazione è spento;
- la soglia d'allarme sarà di tipo "fuggitivo", cioè il relè d'uscita rimarrà eccitato ed il relativo indicatore luminoso resterà acceso solo fino a che il segnale in ingresso sia superiore al valore di soglia.

Ciascun canale di misura dovrà fornire un segnale analogico 4 ÷ 20 mA proporzionale al valore efficace di vibrazione rilevata.

Ogni centralina dovrà avere un modulo d'alimentazione in grado di fornire la tensione stabilizzata per i moduli installati.

#### **4.6 Garanzia di qualità e collaudi**

Tutte le parti rotanti (pale e mozzo) dovranno essere sottoposte a processo radioscopico e/o radiografico ai raggi X, per controllare l'eventuale formazione di occlusioni gassose interne (secondo norme ASTM grado E155); le radiografie relative ad ogni singolo componente saranno registrate in archivio elettronico e conservate per almeno 10 anni.

A richiesta della D.L., dovrà essere fornita la documentazione comprovante la verifica a fatica dei principali componenti; il grado di sicurezza usato dovrà permettere una vita del manufatto di almeno 10 anni.

I ventilatori dovranno essere garantiti per almeno 24 mesi dalla data della consegna; inoltre, la certificazione per il funzionamento in emergenza a 400°C per 90 minuti dovrà essere emessa da un Ente certificante esterno.

Gli acceleratori devono essere collaudati in laboratorio per la determinazione di:

- portata d'aria;
- spinta in aria ferma;
- potenza assorbita;
- livello di rumorosità.

I dati misurati saranno raccolti ed elaborati e verrà fornito un set di certificati firmati e controllati, in accordo alle procedure di G.Q., riportanti le misure effettuate ed i relativi commenti.

L'Appaltatore dovrà far effettuare la messa in funzione e la taratura dei vibrometri dal costruttore dell'apparecchio, per ogni ventilatore in galleria.

#### **4.7 Documenti da produrre**

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori d'installazione, dovrà fornire:

- i disegni d'ingombro dei ventilatori (assieme e dettagli);
- i dettagli costruttivi dei supporti;
- i disegni e le indicazioni dettagliate per l'installazione;
- i documenti di collaudo;
- i manuali d'istruzione per uso e manutenzione,
- l'elenco delle parti di ricambio consigliate.

## 5. SISTEMA DI PRESSURIZZAZIONE BY PASS

### 5.1 Introduzione

All'interno della galleria sono previsti dei by-pass pedonali con un'interdistanza di circa 300 m, con la funzione di via di fuga protetta in caso di emergenza.

I by-pass sono compartimentati REI 120 e dotati di impianto di pressurizzazione.

L'apertura delle porte e la loro chiusura sono segnalate al Centro di Controllo Centralizzato.

Ciascun by-pass pedonale è individuabile con segnali a cartelli luminosi ad elevata visibilità, disposti sia sulla porta di accesso dai fornici, sia a distanza opportuna entro la galleria.

I by-pass pedonali saranno accessibili agli utenti che si spostano con la sedia a rotelle.

### 5.2 Riferimenti

Le linee guida ANAS, seconda edizione 2009, stabiliscono che una via di fuga protetta sia una zona destinata all'esodo delle persone sufficientemente illuminata e mantenuta libera dai fumi ed in sovrappressione rispetto alla galleria mediante ventilazione forzata e separata dalla galleria mediante strutture e porte caratterizzate da un grado di compartimentazione REI 120.

Le porte di accesso alla via di fuga protetta devono essere dotate di sensori e all'apertura deve attivarsi un allarme ottico acustico locale temporizzato ed un allarme nel centro di controllo.

L'impianto di ventilazione del by pass sarà collegato all'alimentazione elettrica di emergenza, il sistema di comando e controllo dello stesso e l'illuminazione saranno invece collegate all'alimentazione elettrica di sicurezza.

Secondo le linee guida ANAS l'impianto di ventilazione di cui sopra deve essere tale da impedire l'ingresso nel by-pass dei fumi generati da un eventuale incendio in una delle due canne; A tal fine la sovrappressione a porte chiuse deve essere tendenzialmente pari a 50 Pa rispetto alla galleria stradale e comunque non inferiore a 30 Pa o superiore a 80 Pa.

L'impianto deve lavorare in maniera tale che la forza applicata per l'apertura di ogni porta non sia superiore a 220 N.

La pressurizzazione deve essere realizzata mediante immissione di aria esterna prelevata dalla canna non interessata dall'incendio.

In presenza di una porta aperta, deve inoltre essere garantita una velocità del flusso d'aria non inferiore a 0,75 m/s attraverso la sezione della porta. Infine, durante la fase di spegnimento, al fine di consentire l'accesso dei Vigili del Fuoco all'interno della galleria stradale, il sistema di pressurizzazione deve realizzare il cosiddetto "effetto bolla": l'impianto deve cioè garantire, per alcuni secondi, una velocità minima del flusso d'aria attraverso la porta pari a 2 m/s.

Il sistema di ventilazione sarà dotato di filtri per evitare di immettere polvere all'interno del locale.

### **5.3 Requisiti dell'impianto**

La pressurizzazione dei by pass sarà progettata affinché il suo funzionamento sia compatibile con la ventilazione della galleria stradale; essa dovrà mantenere, in ogni momento, un'atmosfera sana e sicura.

Il sistema di ventilazione di ogni by-pass sarà costituito da:

- sistema di sovrappressione costituito da n.2 ventilatori assiali dotati di inverter installati sulle pareti che dividono il by-pass da ognuna delle due canne della galleria stradale, di portata fino a 13.600 mc/h con una prevalenza non inferiore a 200 Pa; ogni ventilatore sarà installato all'interno del by-pass staffato a soffitto e sarà corredato di condotta circolare di aspirazione di diametro  $\varnothing 600$  mm completa di serranda tagliafuoco motorizzata installata sull'attraversamento della parete;
- complesso di serrande di sovrappressione e tagliafuoco motorizzate per la corretta taratura della pressione all'interno del by-pass;
- sonde di pressione differenziale per il mantenimento della sovrappressione a porte chiuse;
- sistema di alimentazione di emergenza, mediante cavi resistenti al fuoco collocati in posizione protetta;
- sistema di gestione e controllo gestito tramite PLC locale e con comandi duplicati presso centro di controllo locale;
- sistema di comunicazione fonica e video tra gli utenti presenti nel luogo sicuro temporaneo e il centro di controllo locale;
- compartimentazioni del locale con strutture e porte aventi caratteristiche REI 120.

Il sistema di pressurizzazione opererà in automatico sotto la gestione del sistema di telecontrollo, ma dovrà essere comunque possibile il suo azionamento manuale, sia localmente, sia a distanza.

L'appaltatore avrà cura che i passaggi di tubazioni, canalizzazioni e simili, interessanti il by pass, vengano sigillati accuratamente, in modo da impedire percolamento di liquidi o penetrazione di fumi e gas di scarico.

### **5.4 Dimensionamento dell'impianto ventilazione by-pass**

Per definire il sistema di ventilazione di ogni by-pass filtri occorre distinguere tre condizioni:

- le porte sono chiuse (funzionamento ordinario);
- una porta è aperta per evacuazione;
- una porta è aperta per spegnimento.

A ciascuna condizione corrisponderà una certa portata d'aria; tale portata sarà prelevata dal fornice non interessato dall'incendio mediante un ventilatore con inverter installato all'interno del by-pass.

#### 5.4.1 By-pass con porte chiuse

Nel primo caso, la perdita d'aria per mancanza di tenuta delle porte chiuse dipende sia dalla pressione differenziale tra galleria e by-pass, sia dall'efficienza delle guarnizioni delle porte tagliafuoco; di norma, la superficie di fuga considerata ammonta a circa 0,0034 m<sup>2</sup> per metro di perimetro della porta.

Le perdite d'aria si determinano con la formula dovuta al Lessieur:

$$Q = 3600 \times \varphi \times Sf \times \sqrt{\frac{2 \times g \times \Delta p}{\rho}}$$

dove:

$Q$  è la portata d'aria richiesta in m<sup>3</sup>/ora,

$\varphi$  è il coefficiente di flusso pari a 0,675,

$Sf$  è la superficie delle fessure in m<sup>2</sup>,

$g$  è l'accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>,

$\Delta p$  è la pressione differenziale richiesta di 50 Pa, pari a 5,10 mm di colonna d'acqua,

$\rho$  è la densità dell'aria, fissata in 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

Tenuto conto delle dimensioni delle 2 porte, ciascuna delle quali ha perimetro di circa 6 m, ed inserendo nella formula i dati sopra introdotti, si ottiene una perdita d'aria a porte chiuse di circa 905 m<sup>3</sup>/ora.

Inoltre, occorre tener in conto anche le perdite attraverso le microfessure dei muri, valutate nell'ordine di 0,000010 m<sup>2</sup> per metro quadrato di parete.

La superficie totale del by-pass, dedotta la superficie delle porte, vale circa 764 m<sup>2</sup>; inserendo nella formula questi dati, si ottiene una perdita d'aria attraverso le pareti di circa 170 m<sup>3</sup>/ora.

La portata minima d'aria da compensare è pari alla somma delle perdite, aumentata da un coefficiente di sicurezza 1,2; pertanto, la portata prevista è di 1290 m<sup>3</sup>/ora (**0,36 m<sup>3</sup>/s**).

Il sistema di ventilazione dovrà garantire che, in tutte le condizioni di ventilazione naturale o forzata della galleria stradale, la pressione differenziale consenta una facile apertura delle porte da parte di persone disturbate dai fumi ed in stato di panico; in particolare, in accordo con le Linee guida ANAS, la forza necessaria per l'apertura della porta tagliafuoco non deve mai essere superiore a 220 N.

Il calcolo della forza necessaria per aprire una porta tagliafuoco si effettua con la seguente relazione:

$$F = F_{FP} + \frac{2,23 \times L_P \times S \times \Delta p}{2b}$$

dove:

$F$  è la forza necessaria per aprire la porta in N,

$F_{FP}$  è la forza generata dal fermaporta in N,

$L_P$  è la larghezza della porta in m,

$S$  è la superficie della porta in m<sup>2</sup>,

$\Delta p$  è la pressione differenziale sulla porta in Pa,

$b$  è il braccio di apertura, misurato dalla maniglia all'asse di rotazione della porta medesima in m.

Tenuto conto che l'anta ha dimensioni 0,9 x 2,1 m, che il braccio di apertura è di 0,8 m e che il fermaporta sia tarato a 25 N, con una pressione differenziale di 50 Pa imposta dal ventilatore, la forza necessaria per aprire la porta sarà di 144 N (circa 15 kg), comunque inferiore ai 220 N previsti come limite dalle Linee guida ANAS.

#### 5.4.2 *By-pass con una porta aperta per evacuazione*

Durante la fase di evacuazione al fine di non consentire l'ingresso di fumi generati da un evento di incendio all'interno di un vano o locale messo in comunicazione con una zona invasa dai fumi attraverso una porta aperta risulta necessario garantire una velocità del flusso d'aria in uscita dall'ambiente da proteggere non inferiore a 0,75 m/s.

Essendo la superficie della porta di 1,89 m<sup>2</sup>, questa condizione si traduce in una portata d'aria di circa 5.130 m<sup>3</sup>/ora, pertanto ogni by-pass sarà mantenuto in sovrappressione tramite una portata d'aria di circa **1,5 m<sup>3</sup>/s**.

#### 5.4.3 *By-pass con una porta aperta per spegnimento*

Durante la fase di spegnimento, al fine di consentire l'accesso dei Vigili del Fuoco all'interno della canna incidentata, si deve sovradimensionare l'impianto di ventilazione in modo da realizzare l'effetto bolla. L'impianto di ventilazione deve garantire una velocità minima del flusso d'aria nella direzione della canna incidentata pari a 2 m/s. La realizzazione di detta modalità di intervento richiede l'installazione di una pulsantiera che consenta alle sole squadre di soccorso di modificare il regime di funzionamento dei ventilatori in modo che essi garantiscano la velocità di progetto.

Essendo la superficie della porta di 1,89 m<sup>2</sup>, questa condizione si traduce in una portata d'aria di circa 13.600 m<sup>3</sup>/ora, pertanto ogni by-pass sarà mantenuto in sovrappressione tramite una portata d'aria di **3,78 m<sup>3</sup>/s**.

### 5.5 **Principio di funzionamento**

La gestione della ventilazione di ogni by-pass sarà asservita a contatti magnetici installati sulle porte di delimitazione e comandata dal PLC locale; il principio di funzionamento sarà il seguente:

- nel funzionamento ordinario con le porte chiuse i ventilatori di pressurizzazione vengono attivati periodicamente (ad esempio 5 minuti ogni 12 ore alternativamente sui due lati previa apertura delle relative serrande tagliafuoco) con portata di 0,36 m<sup>3</sup>/s per consentire il lavaggio dell'aria al suo interno; le 2 serrande di sovrappressione tarate a 50 Pa consentiranno di sfiorare l'aria in eccesso e garantire l'apertura della porta con la spinta già determinata in precedenza; le sonde di pressione differenziale consentiranno di forzare l'accensione o lo spegnimento del ventilatore qualora la pressione differenziale scenda al di sotto di 30 Pa o salga al di sopra di 80 Pa;
- quando viene registrato un allarme incendio, il sistema di telecontrollo chiude le serrande tagliafuoco lato incendio, forza lo spegnimento del ventilatore lato incendio e commuta il funzionamento dei ventilatori di pressurizzazione del lato opposto alla condizione di emergenza (funzionamento continuo): nel momento in cui viene aperta una delle porte il contatto magnetico su essa installato trasmette l'allarme all'impianto di telecontrollo e questo a sua volta regola il funzionamento del ventilatore per garantire la portata d'aria necessaria per garantire una velocità del flusso d'aria in uscita dall'ambiente da proteggere non inferiore a 0,75 m/s (1,5 m<sup>3</sup>/s);
- nella fase di spegnimento i vigili del fuoco potranno, mediante l'apposita pulsantiera di cui al paragrafo precedente, commutare il funzionamento del ventilatore del singolo by-pass per garantire l'effetto bolla;
- alla cessazione dell'allarme, la ventilazione viene riportata alla condizione ordinaria.

Ogni condizione di funzionamento del sistema di pressurizzazione sarà inviata al sistema di telecontrollo, quali:

- apertura porte filtri;
- pressione differenziale rilevata dalle apposite sonde;
- stato del ventilatore di pressurizzazione;
- comando del ventilatore di pressurizzazione;
- stato delle serrande di regolazione;
- comando delle serrande di regolazione;
- intervento delle serrande tagliafuoco.

## 5.6 Costruzione dell'impianto

L'impianto di ventilazione previsto per la pressurizzazione dei filtri sarà costituito da:

- ventilatori assiali dotati di inverter, installati a soffitto in prossimità delle pareti dei by-pass, aventi portata fino a 13.600 m<sup>3</sup>/ora e prevalenza non inferiore a 200 Pa;
- canale di ventilazione in lamiera zincata ø600 mm;
- serrande tagliafuoco circolari REI 120 diametro 600 mm
- serrande di sovrappressione dimensioni 600 x 400 mm tarate a 50 Pa;

- serrande tagliafuoco REI 120 dimensioni 600 x 400 mm.

## 5.7 Ventilatore assiale con inverter

### 5.7.1 Caratteristiche costruttive

Ventilatore assiale del tipo intubato aventi le seguenti caratteristiche costruttive:

- Cassa in lamiera d'acciaio con flange di fissaggio realizzate a norma UNI ISO 6580 EUROVENT e verniciata a polveri epossipoliestiriche;
- Girante con con pale a profilo alare in nylon-vetro antistatico e mozzo in fusione di lega d'alluminio, bilanciata secondo ISO 1940. Angolo di calettamento variabile da fermo tramite tasselli di regolazione;
- Esecuzione 4 (accoppiamento diretto con girante a sbalzo) e flusso aria da motore a girante.
- Motorizzazioni:
  - motore asincrono trifase o monofase II2G, II2D, II2GD a norme internazionali IEC 60034, IEC 60072, IEC 60079 e/o IEC 61241, EMC 2004/108/CE, LVD 2006/95/CE, con certi  $\square$  cati ATEX e marcatura CE, IP 55/IP 65, classe F.
  - Idonei ad un servizio S1 (funzionamento continuo a carico costante).
- Inverter per la regolazione della velocità di potenza 4 kW.

### 5.7.2 Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche tecniche del ventilatore saranno:

- Velocità 1400 giri/minuto (regolabile con inverter);
- portata d'aria fino a 13.600 m<sup>3</sup>/ora;
- pressione statica utile  $\geq 200$  Pa;
- classe di isolamento F;
- n. poli motore 4;
- tensione di alimentazione 400 V;
- frequenza nominale 50 Hz;
- potenza elettrica assorbita 4 kW;
- diametro interno cassa girante 800 mm;
- diametro cassa esterna 910 mm;
- lunghezza 580 mm;
- temperatura di esercizio  $-10^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$ ;

## 5.8 Variatori di velocità per motori asincroni

### 5.8.1 Riferimento a norme specifiche

Il variatore relativo all'avvio ed al controllo di motori asincrono dovrà essere classificato in conformità con le norme internazionali ed i regolamenti relativi alle apparecchiature elettriche di controllo industriale (IEC, EN).

Il prodotto dovrà essere marcato "CE" in conformità con la Direttiva Bassa Tensione (EN 50178) e Compatibilità Elettromagnetica (EN 61800-3 ambiente 1 e 2).

### 5.8.2 Caratteristiche costruttive

Sistema digitale a controllo diretto di coppia di motori asincroni gestiti a catena aperta con possibilità di implementazione per il controllo in retroazione.

Il sistema richiede i parametri elettrici della macchina a cui è associato e sulla base dei quali ne elabora il modello matematico.

Il variatore di frequenza verrà montato in apposito armadio, posato a parete pavimento completo dei sistemi di ventilazione forzata per il ricircolo dell'aria sul variatore, all'interno dell'armadio dovranno trovare posto anche i sistemi di filtro e induttanze di linea, dove necessario in relazione alla potenza della macchina, alla distanza dal motore e dal numero di apparati contemporaneamente alimentati da uno stesso quadro principale di ventilazione.

Sarà possibile implementare le funzioni di controllo da remoto attraverso apposite schede in dotazione al variatore.

Le principali caratteristiche sono:

- gamma di velocità da 1 a 100 ad anello aperto;
- precisione di velocità  $\pm 10\%$  dello scorrimento nominale per valori da  $0,2 C_n$  a  $C_n$ ;
- precisione di coppia  $\pm 15\%$  ad anello aperto;
- sovracoppia transitoria  $130\% C_n$  per 60 secondi;
- coppia di frenatura da  $30\% C_n$  (senza inserzione di resistenze) a  $130\% C_n$  (con inserzione di resistenze).
- - possibilità di gestione attraverso un PC remoto.

Ingresso-uscita cavi dal basso.

Il convertitore è costituito da:

- modulo raddrizzatore con ponte trifase a diodi (6 impulsi);
- induttanze di linea per la riduzione delle correnti armoniche;
- batteria di condensatori per rettificare la corrente continua e per erogare la potenza reattiva al motore necessaria;
- modulo inverter di potenza;

- modulo di regolazione a microprocessore;
- filtri EMC (RFI) per la riduzione di radiodisturbi (dove necessario in relazione ai parametri di potenza della macchina);
- modulo chopper + resistenze di frenatura (dove necessario);
- tastierino remotabile con grado di protezione IP54;
- pannello di controllo munito di display a LED luminosi e tasti per:
- visualizzazione di tutti i parametri elettrici e meccanici del motore in tempo reale;
- indicazione guasti con memoria degli ultimi 64 occorsi;

Sui convertitori di frequenza è presente il marchio CE per attestare che l'unità è conforme ai requisiti delle Direttive Europee sulla bassa tensione ed EMC (Direttiva 73/23/EEC, emendata dalla Direttiva 93/68/EEC e 89/336/EEC, emendata dalla 93/68/EEC).

### 5.8.3 Caratteristiche tecniche generali

Collegamento di rete

Tensione di alimentazione trifase:  $U_{3IN} = 380...415V \pm 10\%$

Frequenza: 48...63 Hz

Capacità di corto circuito: 50 kA 1 s (non inferiore al valore di installazione)

Fattore di potenza:  $\cos\phi_1 = 0.98$  (fondamentale)

$\cos\phi = 0.93...0.95$  (totale)

Efficienza

Alla potenza nominale: 98%

Collegamento motore

Software di Controllo Motore: Controllo Diretto della Coppia

Controllo di coppia: Tempo di risposta in coppia:

### 5.8.4 Prescrizioni di posa

In generale, la posa dovrà avvenire conformemente alle raccomandazioni dei costruttori, comunque sarà eseguita salvo diverse indicazioni della DL a pavimento con ingresso-uscita cavi dall'alto. Sarà sempre previsto l'apertura porta previo sezionamento generale della linea di ingresso.

### 5.8.5 Criteri di accettazione e Modalità di collaudo

Tutto il sistema dovrà essere sottoposto ad un collaudo funzionale, da eseguirsi presso la casa costruttrice.

In opera verranno attuate le prove funzionali del sistema (nelle configurazioni di esercizio locale, e centralizzata, attraverso il centro di supervisione della sicurezza incendio) dopo aver effettuato le seguenti operazioni:

- verifica quantitativa e qualitativa;
- prove di tensione e di isolamento;
- verifica delle connessioni.

#### **5.8.6 Oneri addizionali**

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificazione delle prove di accettazione;
- certificazione relativa alle prove di tipo eseguite sui prototipi e dichiarazione di conformità delle apparecchiature fornite con i prototipi;
- disegni d'assieme;
- caratteristiche costruttive e funzionali dei componenti;
- verifica della sovratemperatura possibile;
- manuali di esercizio e manutenzione.

### **5.9 Canalizzazioni dell'aria**

#### **5.9.1 Generalità**

I canali saranno realizzati in lamiera zincata, con caratteristiche non inferiori alla Fe P01 GZ 200, secondo le Norme UNI 5753; tutte le apparecchiature eventualmente installate sul canale (batterie, serrande, ecc.) dovranno essere agevolmente accessibili.

Sono intesi compresi nella fornitura i necessari accessori, quali: guarnizioni, bulloni, viti, rivetti a testa cieca, rosette, profilati, sigillanti per la tenuta, ecc.; la fornitura comprenderà anche i tronchi di canali, riduzioni e pezzi speciali, eventualmente necessari, quali:

- cassonetti per terminali;
- lamiere per setti di taratura aria;
- giunti elastici posti su linee canali;
- canotti di collegamento a bocchette e/o diffusori.

### 5.9.2 Curve

Le curve standard devono essere a grande raggio (raggio interno uguale almeno al lato maggiore del canale); qualora fosse necessario impiegare curve ad angolo retto, oppure con raggio minore di quello standard, queste devono essere provviste di opportuni deflettori in lamiera. In tal caso, i deflettori devono avere un passo pari ai 4/5 del raggio di curvatura, con curvatura ridotta (fino a 5 mm) o grande (fino a 10 cm).

Lo spessore minimo della lamiera impiegata per realizzare i deflettori è di 0,8 mm.

### 5.9.3 Giunzioni e rinforzi

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei canali avranno le caratteristiche tecniche sottoelencate:

- flange sagomate (morsetti zincati); Fe P01 GZ 200 UNI 5753
- flange profilate ed eventuali rinforzi trasversali Fe 320 UNI 7070 zincate a bagno secondo UNI 5744, con rivestimento di zinco  $\geq$  a 250 g/m<sup>2</sup>;
- bulloni in acciaio zincato o cadmiato o inox secondo UNI 3740;
- guarnizioni in neoprene espanso a cellule chiuse o equivalente;
- rivetti a testa cieca in acciaio protetto o alluminio.

Le giunzioni dei canali saranno opportunamente sigillate con silicone o mastice appropriato.

#### 5.9.3.1 Rinforzi trasversali

I canali con lato maggiore oltre i 1.000 mm devono essere dotati di rinforzi trasversali, indispensabili per limitare la deformazione della lamiera sotto l'azione della pressione in essi esistente; i rinforzi devono essere realizzati con angolari fissati sui quattro lati del canale con rivetti e punti di saldatura.

#### 5.9.3.2 Giunzioni longitudinali

Le giunzioni longitudinali dovranno essere realizzate con chiusura tipo "PITTSBURGH", con tasca di altezza dagli 8 ai 10 mm, in relazione allo spessore della lamiera.

#### 5.9.3.3 Giunzioni trasversali

Questo tipo di giunzione può essere realizzata:

- a baionetta;
- a flangia.

Le caratteristiche di riferimento saranno:

- **giunzione a baionetta:** lo spessore della lamiera deve essere almeno di 0,2 mm superiore a quello della lamiera del canale, con un minimo di 0,8 mm;
- **giunzione a flangia:** il risvolto del canale deve essere di almeno 1 cm di altezza; i bulloni, in acciaio cadmiato, sono posti ad intervalli di circa 20 cm, cominciano e terminano negli angoli. Gli angolari, costituenti la flangia, sono fissati al canale con punti di saldatura o rivetti posti ad intervalli di circa 20 cm, cominciando e terminando negli angoli.

La tenuta dovrà essere realizzata interponendo una giunzione in teflon o gomma curva a sezione circolare, con diametro non inferiore agli 8 mm.

#### 5.9.4 Spessori

Gli spessori ammessi sono riportati nella seguente tabella, nella quale, inoltre, è riportato il tipo di giunzione da usarsi nei vari casi.

<b>SPESSORI E GIUNZIONI PER CANALI A SEZIONE RETTANGOLARE</b>				
<i>lato maggiore</i> [mm]	<i>spessore</i> [mm]	<i>giunzione tipo</i>	<i>passo trasversale</i>	
<i>fino a 500</i>	0,6	baionetta	3	
<i>fino a 800</i>	0,8	flangia angolare 25 x 4	3	
<i>fino a 1000</i>	1	flangia angolare 25 x 4	2,5	
<i>fino a 1200</i>	1,2	flangia angolare 25 x 4	2,5	
<i>fino a 1500</i>	1,2	flangia angolare 30 x 4	2,5	
<i>fino a 1800</i>	1,2	flangia angolare 40 x 4	1,5	
<i>Oltre</i>	1,2	flangia angolare 40 x 4	1,2	

#### 5.9.5 Posa dei canali

I sostegni dei canali dovranno essere realizzati con piatto in acciaio zincato o con tondino filettato in acciaio zincato, accoppiati con angolare anch'esso in acciaio zincato; saranno completi di dadi, bulloni, bulloni ad espansione, rosette e quanto altro necessario ad una corretta esecuzione del lavoro.

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei supporti avranno le caratteristiche tecniche sottoelencate, o equivalenti:

- profilati e piastre di ancoraggio Fe 320 UNI 7070 zincate a bagno secondo UNI 5744, con rivestimento di zinco  $\geq$  a 250 g/m<sup>2</sup>;
- bulloni in acciaio zincato o cadmiato o inox secondo UNI 3740;

- rosette e piastrine zincate C 50 UNI 7845.

Le tabelle seguenti riportano le dimensioni dei piatti, dei tondini e degli angolari in funzione delle dimensioni del canale da sostenere e dell'interasse tra i sostegni.

<i>Lato maggiore [mm]</i>	<i>Interasse [m]</i>					
	3			2,5		
	<i>tondino</i>	<i>angolare</i>	<i>piatto</i>	<i>tondino</i>	<i>angolare</i>	<i>piatto</i>
<i>fino a 750</i>	6	40x40x5	25x0,8	6	40x40x5	25x0,8
<i>fino a 1200</i>	10	50x50x5	25x1,2	6	50x50x4	25x1
<i>fino a 1500</i>	12	60x60x5	25x1,5	10	50x50x7	25x1,2
<i>fino a 2100</i>	=	=	=	12	60x60x7	25x1,5

<i>Lato maggiore [mm]</i>	<i>Interasse [m]</i>					
	1,5			1,25		
	<i>tondino</i>	<i>angolare</i>	<i>piatto</i>	<i>tondino</i>	<i>angolare</i>	<i>piatto</i>
<i>fino a 750</i>	6	40x40x5	25x0,8	6	40x40x5	25x0,8
<i>fino a 1200</i>	6	50x50x4	25x0,8	6	50x50x4	25x0,8
<i>fino a 1500</i>	6	50x50x5	25x0,8	6	50x50x5	25x0,8
<i>fino a 2100</i>	10	60x60x5	25x1,2	10	60x60x5	25x1,2

## 5.10 Serrande

### 5.10.1 Serrande di taratura e intercettazione ad alette

Le serrande di taratura ed intercettazione, saranno realizzate in lamiera di acciaio zincata, con assi di rotazione delle alette alloggiati in bussole di ottone.

Per le serrande rettangolari le alette, a movimento contrapposto, saranno collegate tra loro mediante leverismi di sincronismo posti in posizione laterale e facilmente accessibili; esse dovranno essere profilate in modo tale da assicurare un'elevata resistenza alla torsione ed alla flessione.

Ciascuna serranda dovrà essere dotata del dispositivo che ne permetta l'azionamento manuale e di indicatore di posizione chiaramente visibile all'esterno.

Il sistema dei leverismi di azionamento realizzato in acciaio zincato sarà completamente esterno, adatto per l'azionamento da motore asservito da servocomando elettrico e predisposto per il controllo e comando dell'impianto di supervisione.

Le serrande circolari, poste sulle barriere ad aria, saranno del tipo industriale con flangia, con pala tamburata e spessore della lamiera pari a 25/10.

Gli alberi rotanti saranno alloggiati in bussole di ottone.

Le serrande motorizzate dovranno essere complete di microinterruttore per la segnalazione a distanza di apertura o chiusura. In ogni caso il sistema di chiusura dovrà garantire la perfetta tenuta alle fughe d'aria (DIN 1946). L'accoppiamento alle canalizzazioni avverrà mediante apposite flange forate dotate di guarnizione di tenuta dell'aria, con bulloneria in acciaio cadmiato.

Le serrande saranno installate, ove necessario, per il bilanciamento delle portate d'aria.

Tutti i componenti delle serrande, dove richiesto (estrazione banchina), dovranno essere garantiti per il funzionamento a 250°C per 2h.

### *5.10.2 Griglie di transito*

Le griglie di transito potranno essere realizzate in alluminio anodizzato e/o in acciaio zincato e verniciato, del tipo a labirinto con alette a "V".

La loro installazione avverrà a parete in accoppiamento ad una serranda tagliafuoco, eventualmente con raccordo metallico. Il montaggio della griglia dovrà avvenire senza viti o altri elementi di fissaggio in vista. Tutte le griglie saranno verniciate in fabbrica di colore a scelta della D.L.

L'onere dell'assistenza muraria, ove necessario, sarà a cura dell'installatore dell'impianto.

### *5.10.3 Serrande a tenuta di fumo*

Dette serrande dovranno essere essenzialmente costituite da un robusto involucro costituito da lamiera di acciaio zincato e materiale coibente contenente all'interno un'unica aletta di chiusura anch'essa realizzata in materiale coibente. I materiali coibenti utilizzati saranno di tipo minerale senza amianto. Il tutto in maniera tale da essere a completa tenuta di fumo.

La chiusura della serranda avverrà tramite disgiuntore termico automatico munito di fusibile termico tarato per una temperatura dell'aria non superiore a 75°C e/o con servocomando elettrico dotato di ritorno a molla pilotato tramite comando elettrico proveniente dal sistema di regolazione e controllo dell'impianto. Il movimento di

chiusura, che avverrà tramite molle elicoidali, dovrà essere favorito dal movimento dell'aria.

La battuta sarà in materiale refrattario con tenute in guarnizioni termoespandenti.

Il sistema dei leverismi di azionamento sarà completamente esterno, adatto per l'azionamento da motore asservito da servocomando elettrico.

Ogni serranda sarà dotata di interruttori di fine corsa atti a segnalare la posizione di apertura e di chiusura, indicatore di posizione, sportello di ispezione, morsettiera per riporto a distanza dei segnali.

Per le sole serrande installate in accoppiamento a griglia di transito si dovrà prevedere l'installazione di una rete di protezione sul lato della serranda non occupato dalla griglia.

#### *5.10.4 Serrande di sovrappressione o a gravità*

Le serrande di sovrappressione potranno essere realizzate in alluminio anodizzato e/o in acciaio zincato, del tipo ad alette multiple.

L'onere dell'assistenza muraria, ove necessario, sarà a cura dell'installatore dell'impianto.

Le alette mobili, ove necessario, saranno connesse ad un meccanismo a molla opportunamente tarabile in modo da consentire l'apertura in funzione della differenza di pressione.

#### *5.10.5 Serrande tagliafuoco automatiche*

Dette serrande dovranno essere essenzialmente costituite da un robusto involucro costituito da lamiera di acciaio zincato e materiale coibente contenente all'interno un'unica aletta di chiusura anch'essa realizzata in materiale coibente. I materiali coibenti utilizzati saranno di tipo minerale senza amianto. Il tutto in maniera tale da essere classificata REI 120.

La chiusura della serranda avverrà tramite disgiuntore termico automatico munito di fusibile termico tarato per una temperatura dell'aria non superiore a 75°C e/o con servocomando elettrico dotato di ritorno a molla pilotato tramite comando elettrico proveniente dal sistema di regolazione e controllo dell'impianto. Il movimento di chiusura, che avverrà tramite molle elicoidali, dovrà essere favorito dal movimento dell'aria.

La battuta sarà in materiale refrattario con tenute in guarnizioni termoespandenti.

Il sistema dei leverismi di azionamento sarà completamente esterno, adatto per l'azionamento da motore asservito da servocomando elettrico.

Ogni serranda sarà dotata di interruttori di fine corsa atti a segnalare la posizione di apertura e di chiusura, indicatore di posizione, sportello di ispezione, morsettiera per riporto a distanza dei segnali.



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

Per le sole serrande installate in accoppiamento a griglia di transito si dovrà prevedere l'installazione di una rete di protezione sul lato della serranda non occupato dalla griglia.

## INDICE

### **P – Cabina prefabbricata in cemento armato vibrato**

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. PRESCRIZIONI E COMPONENTI DI BASE .....</b>	<b>4</b>
3.1 COSTRUZIONE ED ASSEMBLAGGIO .....	4
3.1.1 Generalità.....	4
3.1.2 Caratteristiche costruttive.....	4
3.1.3 Accessori interni alla cabina e servizi a completamento.....	5
3.1.4 Accessori - Servizi esterni .....	6
3.2 REQUISITI DEL COSTRUTTORE DI CABINE PREFABBRICATE IN CEMENTO ARMATO	6
<b>4. PROVE E COLLAUDI.....</b>	<b>7</b>
4.1.1 Generalità.....	7
4.1.2 Prove di tipo.....	7
4.1.3 Prove di accettazione .....	7



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire le caratteristiche costruttive delle cabine prefabbricate in cemento armato vibrato.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Le cabine prefabbricate in cemento armato vibrato saranno realizzate in conformità alle seguenti normative e leggi:

- legge 5 novembre 1971 n° 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica”;
- legge 2 febbraio 1974 n° 64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. 3 dicembre 1987 “Norme tecniche per costruzioni prefabbricate”;
- D.M. 14 febbraio 1992 “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche (da utilizzarsi nel calcolo col metodo delle tensioni ammissibili)”;
- D.M. 09 gennaio 1996 “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche (in vigore dal 05 giugno 1996)”;
- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (in vigore dal 05 giugno 1996)”;
- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi (in vigore dal 5 giugno 1996)”;
- Circolare M.LL.PP. 4 luglio 1996 n° 156 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16.01.1996”;
- Circolare M.LL.PP. 15 ottobre 1996 n° 252 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 09.01.96”;
- Circolare M.LL.PP. 10 aprile 1997 n° 65 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16.01.1996”;
- D. M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni - Progettazione per azioni sismiche”;
- D. M. Infrastrutture e Trasporti 15 novembre 201108 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni - Progettazione per azioni sismiche”;
- Norme CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell’installazione.

### 3. PRESCRIZIONI E COMPONENTI DI BASE

#### 3.1 Costruzione ed assemblaggio

##### 3.1.1 Generalità

La cabina prefabbricata in cemento armato vibrato, realizzata mediante l'assemblaggio in opera di pannelli, dovrà garantire:

- grado di sismicità  $S = 12$ ;
- grado di protezione  $IP = 33$ .

##### 3.1.2 Caratteristiche costruttive

La cabina a pannelli componibili dovrà essere costituita da:

- pannelli laterali aventi spessore minimo 80 mm;
- pannello di copertura della struttura avente spessore 80 mm;
- eventuali pannelli di divisione interna, spessore 80 mm, a delimitazione dei locali interni.

La struttura a montaggio avvenuto non dovrà presentare ai quattro angoli esterni nervature verticali quali pilastri o lesene.

La cabina avrà le seguenti caratteristiche costruttive:

- calcestruzzo avente classe Rck  $350 \text{ kg/cm}^2$ , opportunamente additivato con superfluidificante e con impermeabilizzante idonei a garantire un'adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità;
- armatura metallica interna a tutti i pannelli, costituita da doppia rete elettrosaldata e ferro nervato, entrambi in FeB44 K controllato;
- collegamento mediante saldatura di tutte le armature metalliche in modo da realizzare e garantire una maglia equipotenziale di terra uniformemente distribuita in tutta la cabina onde consentire il collegamento elettrico all'impianto di terra esterno;
- pannello di copertura avente spessore minimo in gronda di cm 8,00 e dimensionato in modo da supportare sovraccarichi accidentali di  $200 \text{ kg/m}^2$  e, comunque, in conformità alle vigenti leggi;
- i giunti d'unione tra pannelli, sia orizzontali che verticali, sia all'interno che all'esterno della cabina, dovranno essere opportunamente guarniti e stuccati con idoneo giunto ad alto potere di elasticità;
- impermeabilizzazione della copertura mediante l'applicazione a caldo di una guaina bituminosa di 4 mm di spessore, dopo aver trattato il sottofondo con una mano di Primer;

- pareti interne, lisce e senza nervature, tinteggiate con pitture al quarzo di colore bianco;
- pareti esterne, tinteggiate con pitture al quarzo ad effetto bucciato, idonee a resistere agli agenti atmosferici anche in ambiente marino, montano, industriale altamente inquinato;
- i pannelli dovranno essere dotati di dispositivi di sollevamento, costituiti da idonei inserti filettati, posizionati nello spessore dello stesso in modo tale che dopo la posa in opera non rimangano in vista nella superficie interna o esterna delle pareti, onde evitare l'ossidazione che potrebbe macchiare e deteriorare il calcestruzzo;
- il rivestimento esterno: dopo il montaggio, i dispositivi dovranno essere opportunamente ingrassati e chiusi con tappi, o con idonei bulloni che impediscano l'ossidazione.

A completamento della cabina dovranno essere inoltre forniti:

- porte di accesso ai locali riservati a Ente Pubblico e Misure lato Ente Pubblico, in vetroresina, conformi alla specifica ENEL DS 919, con serrature unificate ENEL DS 988, nella quantità indicata nei disegni di progetto;
- porte di accesso ai locali riservati all'Utente e Misure lato Utente, in lamiera zincata e preverniciata, munite di serratura, nella quantità indicata nei disegni di progetto;
- griglie di aerazione in vetroresina, conformi alla specifica ENEL DS 927, nella misura e quantità indicata nei disegni di progetto.

Saranno inoltre installati dei torrini di estrazione sulla copertura dell'edificio in corrispondenza dei locali gruppo elettrogeno, MT e BT di dimensioni 50x50 cm.

### *3.1.3 Accessori interni alla cabina e servizi a completamento*

Gli accessori interni alla cabina, forniti montati e cablati, saranno corrispondenti a quanto indicato nei disegni di progetto; in maniera indicativa, potranno essere costituiti da:

- punti luce costituiti da plafoniere IP65 con lampade a fluorescenza 2 x 36 W, composto da interruttore o pulsante;
- lampade di sicurezza con complesso autonomo di sicurezza;
- aspiratori elicoidali da 10000 mc/h IP44, con serranda a gravità, griglia antinfortunistica e termostato esterno;
- pulsante di sgancio di emergenza con lampada presenza linea (presenza - assenza linea);
- prese CEE interbloccate 230 V - 16A – 400 V - 32 A;
- collettore e anello di messa a terra interno, realizzato con piatto di rame, morsetti e capicorda, compreso il collegamento delle masse metalliche, quadro MT, quadro BT, trasformatore, eventuali infissi, ecc.;

- impianto di rivelazione incendi con rivelatori ottici di fumo e rivelatori multicriterio nel locale gruppo elettrogeno;
- impianto antintrusione dotato di sirena di allarme esterna;
- impianto di climatizzazione per il locale impianti speciali e locale BT;
- accessori antinfortunistici: estintori a polvere, estintori a CO<sub>2</sub>, estintore carrellato, lampada emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina.

#### **3.1.4 Accessori - Servizi esterni**

Gli accessori esterni alla cabina saranno:

- platea di deposito della cabina, in cemento armato, provvista di opportuni cunicoli passacavo e tubi passaggio cavi in entrata ed in uscita dalla platea stessa, con relativi disegni costruttivi;
- scavo per posa della vasca di fondazione o di preparazione per la platea di deposito della cabina;
- calcoli statici per deposito Genio Civile e relazione geotecnica relativi alla pratica richiesta per zone sismiche;
- disegni esecutivi dettagliati e particolareggiati della struttura (piante, sezioni, viste laterali) per richiesta autorizzazione alla costruzione - Concessione edilizia - Asseverazione con dichiarazione di inizio lavori - Opere interne.

#### **3.2 Requisiti del costruttore di cabine prefabbricate in cemento armato**

Il costruttore o il fornitore di cabine elettriche prefabbricate dovrà essere in possesso di tutte le omologazioni rilasciate da ENEL/DDI, e precisamente:

- DG 2061 CABINE BOX senza vasca di fondazione;
- DG 2071 CABINE BOX con vasca di fondazione;
- DG 2081 CABINE MINIBOX per quadri isolati in SF<sub>6</sub>;
- DG 2011 CABINE IN ELEVAZIONE (TORRE).

Inoltre, il costruttore dovrà inoltre essere in possesso di:

- UNI EN ISO 9002;
- qualifica presso ENEL Servizio Acquisti ed Appalti;
- certificazione delle prove eseguite come da Norma CEI EN 61330.

## 4. PROVE E COLLAUDI

### 4.1.1 Generalità

Le cabine elettriche in cemento armato prefabbricate saranno costruite secondo la Norma CEI EN 61330, per cui sono soggette alle prescrizioni e alle prove di tipo (eseguite sul prototipo e presso un Laboratorio Ufficiale Riconosciuto) e di accettazione eseguite su ogni singolo prodotto.

Pertanto, la struttura dovrà esibire una targa identificatrice, ben dettagliata duratura e chiaramente leggibile, con specificato il nome del costruttore o marchio di fabbrica, indicazione del tipo (classe dell'involucro), numero di serie, numero della norma, anno di produzione.

### 4.1.2 Prove di tipo

Le prove di tipo normali da eseguire su di una cabina saranno:

- prove per verificare il livello di isolamento della sottostazione prefabbricata;
- prove per la verifica del corretto funzionamento dell'insieme;
- prove per la verifica del grado di protezione;
- prove di resistenza meccanica dell'involucro.

### 4.1.3 Prove di accettazione

Le prove di accettazione, da eseguire su cabina, saranno eseguite, per quanto possibile, presso le officine del costruttore, per accertare che tutto il prodotto sia conforme ai componenti su cui sono state eseguite le prove di tipo.

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. INTERVENTI DA PROGETTO DEFINITIVO .....</b>	<b>2</b>
2.1. SISTEMA MODULO TECNOLOGICO .....	3
2.1.2. Sottosistema Pannelli a Messaggio Variabile in accesso.....	26
2.1.3. Sottosistema TVCC.....	49
2.1.4. Sottosistema AID .....	62
2.1.5. Sottosistema d'informazione in galleria.....	72
2.2. SISTEMA DI GUIDA ATTRAVERSO PALINE LUMINOSE .....	75
2.2.2. Caratteristiche del sistema.....	76
2.2.3. Caratteristiche dei componenti .....	78
2.3. SISTEMA MONITORAGGIO CONDIZIONI METEO.....	91
2.3.1. Caratteristiche del sistema.....	91
2.3.2. Qualità e provenienza dei materiali e delle apparecchiature.....	92
2.3.3. Modalità di esecuzione delle opere.....	107
2.3.4. Precollauda e collauda.....	110
2.4. SISTEMA DI SOCCORSO SOS .....	114
2.4.1. Premesse.....	114
2.4.2. Caratteristiche del sistema.....	114
2.5. SISTEMA DI COMUNICAZIONE RADIO.....	147
2.5.1. Premesse.....	147
2.5.2. Caratteristiche del sistema di telesorveglianza .....	154
2.5.3. Caratteristiche della stazione radio base .....	157
2.5.4. Caratteristiche radioelettriche .....	163
2.5.5. Modalità di esecuzione delle opere.....	165
2.5.6. Precollauda.....	165
2.5.7. Collauda.....	167
2.6. SEGNALETICA LUMINOSA DI EMERGENZA IN GALLERIA.....	170
2.7. RETE DI TRASMISSIONE DATI IP .....	174
2.7.1. Caratteristiche del sistema.....	174
2.7.2. Qualità e provenienza degli apparati e dei componenti di rete.....	176
2.7.3. Precollauda e collauda.....	183
2.8. INFRASTRUTTURA.....	188
2.8.1. Qualità e provenienza dei materiali per le infrastrutture di posa dei cavi.....	188
2.8.2. Qualità e provenienza dei materiali e dei componenti le opere ottiche .....	203
2.8.3. Modalità di realizzazione delle opere ottiche.....	241
2.8.4. Shelter.....	257
2.8.5. Armadio bifacciale.....	268
2.8.6. Quadri elettrici di bassa tensione .....	269

## **1. PREMESSA**

Le scelte progettuali effettuate sono state orientate al soddisfacimento delle esigenze espresse dalla Committente, proponendo per i vari sistemi e sottosistemi soluzioni aperte, ovvero in grado di funzionare con hardware e protocolli di comunicazione standard.

I sistemi devono prevedere l'impiego di componenti di primaria qualità, nonché presentare interfacce facili da usare ed essere estremamente versatili in termini di modifica dei parametri di configurazione.

In definitiva le caratteristiche dei vari sistemi e sottosistemi dovranno essere tali da permettere di realizzare un impianto caratterizzato da alta affidabilità, espansibilità e manutenibilità, oltre che garantire elevati livelli di servizio.

A questo proposito l'impresa appaltatrice dovrà realizzare quanto descritto nel presente documento e in tutti gli altri elaborati di progetto e comunque tutto quanto necessario per dare l'impianto completo e funzionante a perfetta regola d'arte in ogni sua parte.

L'impresa dovrà altresì implementare, quando necessarie, le configurazioni software e le eventuali personalizzazioni finalizzate ad un corretto funzionamento del sistema richieste dalla Committente o dalla Direzione Lavori.

Prima della presa in carico del sistema dal parte della Committente tutti i sistemi installati e configurati e le opere realizzate dovranno essere sottoposte a precollaudo da parte dell'Impresa appaltatrice e successivamente collaudate, a campione, da un collaudatore nominato dalla Committente, alla presenza e con l'assistenza dell'Impresa Appaltatrice.

Il presente documento riporta le caratteristiche tecniche e funzionali di ciascun componente i sistemi/sottosistemi nonché le relative modalità di installazione e collaudo.

Alcuni componenti sono utilizzati da più sottosistemi/sistemi; nel qual caso, per evitare inutili ridondanze, la loro descrizione è riportata una sola volta.

Le apparecchiature devono rispettare tutte le Norme, i Decreti e le Leggi dello Stato ad esse inerenti ed, inoltre, tutte le normative di riferimento relative alla categoria di appartenenza.

## **2. INTERVENTI DA PROGETTO DEFINITIVO**

Gli interventi previsti nel presente progetto sono relativi ai seguenti sistemi e sottosistemi:

### 1) Sistema Modulo Tecnologico

- Sottosistema Pannelli a Messaggio Variabile (PMV);
- Sottosistema TVCC;

- Sottosistema AID;
  - Sottosistema radar per il monitoraggio del traffico;
  - Sottosistema d'informazione in galleria.
- 2) Sistema di guida attraverso paline luminose;
  - 3) Sistema di monitoraggio condizioni meteo;
  - 4) Sistema di soccorso (SOS);
  - 5) Sistema Impianto radio isofrequenziale;
  - 6) Segnaletica luminosa di emergenza in galleria.
  - 7) Rete di trasmissione dati (FO, IP).

## 2.1. SISTEMA MODULO TECNOLOGICO

### 2.1.1.1. *Sottosistema Pannelli a Messaggio Variabile in itinere*

Il presente capitolo fornisce l'insieme delle prescrizioni tecniche, dei particolari costruttivi e di funzionamento dei Pannelli a Messaggio Variabile (PMV) in itinere dell'autostrada Asti-Cuneo.

Il sistema di pannelli a messaggio variabile ha lo scopo di informare l'utenza in itinere circa le eventuali condizioni di turbativa alla fluidità del traffico.

Ogni sistema sarà collegato, mediante una linea di rete, con un calcolatore centrale denominato Host, il quale avrà il compito di inviare ai PMV i vari messaggi relativi alle condizioni di viabilità presente in autostrada e di ricevere dai PMV i messaggi relativi allo stato di funzionamento degli stessi. Questi messaggi saranno strutturati secondo un protocollo definito.

Le apparecchiature che fanno parte di ogni installazione sono le seguenti:

- Shelter PMV con al proprio interno un armadio con centralina di comando e controllo dell'intero sistema periferico;
- Pannello alfanumerico a led ambra 3 righe per 20 caratteri;
- Pannello a due pittogrammi full-color a led per la visualizzazione dei segnali stradali e con due lanterne di segnalazione a led integrate nel pannello;

I PMV devono essere conformi a quanto è riportato nella norma EN 12966.

#### 2.1.1.1.1. *Caratteristiche ambientali*

Temperatura ambiente: -25/+40°C con insolazione massima di 1120 W/m<sup>2</sup>;

per i pannelli alfanumerici e a pittogramma deve essere reso impossibile la formazione di condensa o di ghiaccio sulla protezione;

per l'armadietto elettrico -5/+0°C con umidità relativa massima 95% non condensante

Umidità relativa ambiente: 0-95%; Ur;

Temperatura di stoccaggio: -30/+80°C;

Resistenza della struttura: la struttura meccanica e gli ancoraggi di fissaggio al portale dei pannelli a pittogrammi e alfanumerico dovrà essere dimensionata per resistere a vento costante fino a 120 Km/h e a raffiche fino a 200 Km/h;

#### 2.1.1.1.2. *Caratteristiche elettriche*

Alimentazione: Linea di alimentazione trifase 400 Vac

Variatione della tensione: +10% -15%

Frequenza nominale: 50 Hz

Variatione della frequenza: +2% -2%

Consumo max. previsto:	centralina = 300 VA (presa esclusa)
	pannello alfanumerico = 2400 VA
	pannelli a pittogrammi = 3200VA
	shelter = 2800 VA

Una variazione, anche continuativa, della frequenza e della tensione nei limiti sopra esposti non dovrà causare nessuna interruzione di servizio del pannello né visualizzare messaggi falsi o incompleti.

Durante le operazioni di accensione del pannello (power-up) non dovranno essere visualizzati messaggi falsi o incompleti. Prima della visualizzazione di un messaggio si dovrà attendere l'assestamento di tutte le tensioni di alimentazione e controllo.

Variazione della tensione di alimentazione:	+20% inferiore a 10s non si devono avere modifiche al messaggio visualizzato;
Variazione della tensione di alimentazione:	+11% maggiore di 30s si deve spegnere il pannello ed inviare il report all'Host;
Interruzione della tensione di alimentazione:	< 50ms non si devono avere modifiche al messaggio visualizzato;  compresa tra 50 e 200ms non si devono avere modifiche al messaggio visualizzato, ma il pannello potrà avere una variazione di luminanza per tale periodo;  >200ms il pannello dovrà essere spento e la centralina dovrà inviare un report all'Host.

### 2.1.1.1.3. *Requisiti dello shelter*

2.1.1.1.3.1. *Caratteristiche meccaniche*

- Lo shelter deve essere costituito da una gabbia di profilati, opportunamente sagomati, in acciaio atta a sopportare il peso proprio e quello delle apparecchiature installate all'interno e consentirà, tramite 4 golfari in acciaio zincato, le operazioni di carico, trasporto e scarico del medesimo interamente montato e completo delle apparecchiature.
- Tutti i profilati devono essere trattati contro le corrosioni sia esternamente che internamente, con ripristino del trattamento ad ultimazione delle lavorazioni (saldature, forature ecc.). La struttura deve essere composta da pannelli prefabbricati costituenti il pavimento, il tetto e le pareti laterali e da un pannello prefabbricato costituente la porta. I pannelli, opportunamente incastrati tra di loro, devono essere uniti mediante saldatura.
- Il telaio di sostegno dello shelter deve essere dimensionato in modo da poter sopportare il peso dello shelter e il carico pedonale.
- Nella zona del telaio non interessata dall'ingombro dello shelter sarà posizionato un grigliato metallico pedonale. Come indicato negli elaborati grafici, il telaio deve prevedere idonee staffe per l'appoggio ed il fissaggio dell'unità esterna del condizionatore.

Struttura tubolare: Fe 37 B UNI 7070-72-zincata;

Lamiere, coprifili, cerniere, chiusura a leva: Acciaio inox AISI 304;

Anelli di sollevamento: Acciaio zincato a caldo;

Dimensioni interne minime: (HxLxP)  
2200x1300x1800 mm

- Il pavimento dello shelter deve essere dimensionato in modo da poter sopportare un peso di 1000 Kg/mq con il pianale appoggiato sugli angoli.
- Sul pavimento dello shelter deve essere realizzata un'apertura per l'ingresso cavi munita di apposito coperchio in acciaio inox in corrispondenza dell'armadio centralina (armadio contenente la centralina PMV ).
- Il pannello prefabbricato del tetto deve essere così costituito:
  - telaio in profili scatolari;
  - portata minima 200 kg./mq.
- Le pareti laterali dovranno avere un sistema per l'ancoraggio delle apparecchiature formato da profili metallici opportunamente sagomati che permetteranno il fissaggio della centralina PMV e dell'unità di condizionamento senza eseguire fori sulle pareti stesse.

- La porta esterna deve essere realizzata con la stessa tipologia costruttiva delle pareti laterali con le seguenti caratteristiche:
- vano utile di dimensioni 1000x2100;
- apertura verso l'esterno;
- maniglione antipanico a due punti di chiusura e maniglia esterna con serratura a chiave;
- maniglia esterna fissa per apertura porta;
- dispositivo di bloccaggio della porta in posizione di apertura;
- apertura per l'ingresso dell'aria dotata di griglia protettiva e filtro antipolvere.

#### 2.1.1.1.3.2. *Caratteristiche elettriche*

Alimentazione: 400 Vca  $\pm$  10%, 50 Hz  $\pm$  2% trifase con neutro.

L'impianto elettrico dovrà essere composto dalle seguenti parti:

- n.1 punto luce realizzato con plafoniera IP 65 in policarbonato autoestinguente completo di due tubi fluorescenti da 36 Watt, reattori, rifasamenti, starter per accensione rapida marca Disano mod. 971 Hydro AD-FT cod. 164844 o equivalente;
- n 1 lampada di emergenza realizzata con plafoniera IP 65 in materiale plastico autoestinguente. con tubo fluorescente 1x8 Watt, autonomia 2h 30' marca Beghelli art. 91985E3P cod. 126919101 o equivalente;
- n.1 presa di tipo multistandard da 16A (cioè UNEL, italiana 10A, italiana 16A), marca GEWISS cod. GW 200205 o equivalente;
- n. 1 interruttore per accensione plafoniera, marca GEWISS cod. GW 20006 o equivalente;
- n. 1 scatola per interruttore, marca GEWISS cod. GW 26001 o equivalente;
- n. 1 scatola per presa, marca GEWISS cod. GW 26002 o equivalente;
- n. 1 impianto di condizionamento;
- n.1 unità UPS a servizio degli apparati elettronici nello shelter.

La luce e luce di emergenza saranno alimentati da un'unica linea, pertanto la ditta realizzatrice dovrà provvedere a portare il cavo di alimentazione, comprendente il conduttore di protezione, dell'impianto elettrico interno, in

corrispondenza del quadro elettrico, prevedendo un'eccedenza di almeno 3 m per il collegamento.

I collegamenti tra le luci, la presa di servizio e il condizionatore saranno realizzati tramite conduttori di tipo N07V-K di idonea sezione, non propaganti l'incendio, provati in accordo alle Norme CEI 20-22II e con i colori previsti dalle stesse.

Per quanto riguarda le luci, la presa e il condizionatore i conduttori dovranno essere inseriti all'interno di tubazioni in PVC fissate alle pareti e distribuiti da una cassetta di derivazione a parete in PVC collegata all'armadio quadro elettrico tramite un tubo in PVC.

Ogni componente facente parte dell'impianto elettrico deve essere conforme alle prescrizioni di sicurezza della norma che lo riguarda, deve essere adatto per il luogo in cui viene installato e deve essere corredato di marchio IMQ o altro marchio riconosciuto in ambito CEE.

La struttura metallica dello shelter dovrà essere elettricamente continua, dovrà essere eseguita l'equipotenzialità con la porta d'ingresso e i coperchi per l'ingresso dei cavi allo stesso.

Per il collegamento alla barra di terra del previsto armadio quadro elettrico ed alla struttura metallica dello shelter, dovrà essere fornito un conduttore di protezione giallo/verde N07V-K, di sezione idonea, già collegato alla struttura, uscente dal foro previsto per il passaggio cavi ed eccedente di 5 m circa dallo stesso.

#### *2.1.1.1.3.3. Impianto di condizionamento*

Impianto di condizionamento / riscaldamento di tipo "Split System" con sistema Inverter e pompa di calore, costituito da unità esterna ed unità interna installata a parete.

L'impianto dovrà garantire il controllo della temperatura interna in inverno a 20°C ed in estate a 25°C in modo automatico. Per i dati climatici esterni estivi ed invernali fare riferimento al D.P.R. 412/93 e UNI 10349/94.

#### **Caratteristiche tecniche**

- alimentazione elettrica 230 volt - 50 hz
- gas di carica R410A
- sistema di regolazione automatica della temperatura incluso
- dispositivo controllo regolazioni/impostazioni
- controllo della velocità ventilatore richiesta
- sistema elettronico di alimentazione tipo "inverter" incluso

- pompa di calore inclusa
- potenza frigorifera : 4500 kfrig/h
- potenza elettrica assorbita: 1900 W
- portata d'aria : 700 ÷ 900 m<sup>3</sup> /h
- tensione di alimentazione : 220-240 (monofase) V
- frequenza : 50 Hz
- campo di funzionamento continuo in solo raffreddamento :  
Test -5/ +40 °C

– L'unità interna sarà corredata da resistenze elettriche di ca. 2000 kW per garantire un minimo di calore in presenza di temperatura invernale e di commutatore stagionale (change-over) per la commutazione automatica freddo/caldo.

#### 2.1.1.1.4. *Requisiti della centralina*

##### 2.1.1.1.4.1. *Caratteristiche funzionali*

L'armadio elettrico sarà inserito all'interno di uno shelter ed avrà il compito di contenere la centralina di controllo dei PMV con il relativo apparato di comunicazione ed il trasformatore di separazione, distribuire le linee di alimentazione e le linee seriali verso i pannelli alfanumerico e pittogramma.

I cavi di alimentazione e segnali destinati ai PMV avranno una lunghezza determinata in base alle dimensioni del portale di sostegno dei PMV ed alla posizione dello shelter rispetto ad esso. Tale lunghezza sarà calcolata in accordo con la Committente. Questi cavi dovranno avere i connettori attestati solo lato pannello, mentre all'interno dell'armadio elettrico saranno attestati a morsettiere.

La centralina di comando dovrà gestire completamente il sistema periferico ad essa collegato.

Dovrà prevedere le seguenti funzioni:

- collegamento con i pannelli alfanumerici e pittogrammi mediante interfaccia Ethernet, utilizzando il protocollo TCP/IP (vedi specifiche parte elettronica) supportata da adeguato protocollo;
- collegamento e comando delle due lanterne semaforiche a led ad alta intensità luminosa;
- collegamento con FEP esistente in ethernet mediante scheda di rete con interfaccia tipo RJ45, che formerà parte integrante della centralina;
- gestione protocollo di linea e scambio informazioni con FEP esistente;

- gestione di interfaccia Ethernet per l'effettuazione dei test e il trasferimento del software utilizzando WEB browser standard.

Dovrà provvedere a tutta una serie di automatismi da effettuarsi ogni qualvolta che una variazione di stato di funzionamento delle sue periferiche controllate (pannelli alfanumerico e a pittogrammi) possa compromettere la visualizzazione e/o la gestione delle notizie presentate all'utente.

Dovrà essere in grado di effettuare test di autodiagnosi della parte alfanumerica e della parte a pittogrammi sia in modo automatico, con cadenza stabilita, che su richiesta dell'host o in manutenzione per mezzo di un P.C./Terminale portatile.

In previsione di un diverso decadimento delle caratteristiche dei led dei pannelli alfanumerici e a pittogrammi, dovute al tempo e alle condizioni di utilizzo, la centralina dovrà prevedere, per i pannelli a pittogrammi, una funzione di aggiustamento delle tre componenti cromatiche fondamentali, in modo da ripristinare le coordinate cromatiche iniziali dei colori composti e per i pannelli alfanumerici un adattamento dell'intensità luminosa del colore.

#### 2.1.1.1.4.2. *Caratteristiche meccaniche*

Il contenitore dell'armadio Q.E. dovrà essere di tipo commerciale con caratteristiche principali già evidenziate in precedenza, dotato di pannelli frontali di protezione delle parti elettriche in tensione, ad esclusione dei ripiani per il montaggio della centralina di controllo, del convertitore e dell'apparato di comunicazione. Dovrà essere dotato di opportuni golfari per il sollevamento.

#### 2.1.1.1.4.3. *Caratteristiche elettriche*

Al fine di limitare il più possibile i disturbi e le sovratensioni in transito sulla linea di alimentazione, si dovrà prevedere la fornitura e l'installazione di un trasformatore per la separazione elettrica della linea di alimentazione principale dagli utilizzatori. Questo trasformatore dovrà esser inserito all'interno dell'armadio della centralina, nella parte bassa e protetto superiormente da un piano metallico di separazione e frontalmente da un pannello metallico avvitato asportabile.

- Tutti gli interruttori saranno scelti dal fornitore con caratteristiche elettriche idonee al servizio richiesto, secondo le normative vigenti.
- Tutti gli interruttori dovranno avere grado di protezione IP20.
- Dovrà essere realizzato un filtro antidisturbi e un sistema di limitazione delle sovratensioni idonei, installati in ingresso alla linea di alimentazione 400 Vca dopo l'interruttore generale.
- I morsetti di collegamento segnali/alimentazione dovranno essere di resina poliammidica di buona qualità in accordo con le norme CEI 23-20 e 23-21, grado di protezione IP20, fissate su sbarra TS35x7,5 (DIN EN 50022).

- Le morsettiere di alimentazione dovranno essere separate da quelle dei segnali, dotate di pareti di separazione tra i morsetti a tensione 230 Vca e quelli in bassa tensione, dovranno essere di facile accesso per i collegamenti e non ostruite da cablaggi o altro.
- Dovrà essere prevista una morsettiera per il collegamento della linea seriale destinata all'espandibilità del sistema.
- Ciascun gruppo di morsetti, alimentazioni e segnali, dovrà essere identificato da una targhetta ben leggibile con la sigla "M" seguita da un numero progressivo (1,2, ecc.).
- Tutti i morsetti dovranno essere identificati su entrambi i lati da un numero progressivo a cartellino con scritta nera su fondo bianco.
- Dovrà essere realizzata una barra a profilo rettangolare in rame per l'ancoraggio di tutti i conduttori di protezione, compreso quello proveniente dall'esterno, secondo le normative vigenti.
- Al fine di agevolare le operazioni di manutenzione, i cablaggi dovranno essere inseriti all'interno di canalette, posizionate in modo da non costituire ostacolo alla sostituzione di parti elettriche/elettroniche della centralina.
- Tutti i cablaggi devono rispettare la normativa CEI 20-22.
- A riguardo della Compatibilità Elettromagnetica (CE) la centralina dovrà rispettare quanto prescritto nella normativa CEI EN 50081-1: inerenti l'emissione per ambienti residenziali, commerciali ed industria leggera e dalla normativa CEI EN 50082-1: Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali ed industria leggera.
- A riguardo della sicurezza dovrà essere rispettato quanto prescritto, per quanto applicabili, nelle CEI 64.8 e CEI EN 60950.
- 

#### 2.1.1.1.4.4. *Caratteristiche elettroniche*

- L'elettronica di controllo dovrà essere basata su un'architettura a microprocessore ad alte prestazioni alloggiata in contenitore rack 19" 4U dotato di guide scorrevoli con bloccaggio in posizione aperta per permettere un agevole intervento sui componenti installati.
- **Funzionalità specifiche della CPU locale**
- La CPU locale oltre ad essere preposta alla comunicazione con il centro di controllo dovrà essere in grado di:
  - Effettuare la scrittura e la cancellazione del pannello alfanumerico e dei pannelli a pittogrammi;

- Effettuare la diagnostica del pannello alfanumerico e dei pannelli a pittogrammi;
  - Mantenere in memoria almeno 50 pittogrammi da visualizzare sui pannelli;
  - Effettuare il riavvio dell'esecuzione del programma in caso di blocco (watch dog), con procedure da concordare con la Committente;
  - Effettuare il riavvio dei pannelli in caso di caduta rete, con procedure da concordare con la Committente. Nella fase di “power up” dei pannelli non dovranno essere visualizzati messaggi parziali o falsi.
- La CPU deve avere alta affidabilità e basso consumo. Al fine di incrementare ulteriormente l'affidabilità del sistema. Dati e programmi devono essere memorizzati su memoria Flash (minimo 32 MB). La comunicazione con i pannelli deve avvenire mediante interfaccia Ethernet utilizzando il protocollo TCP/IP. Allo scopo deve essere utilizzato uno switch Ethernet che consenta inoltre il collegamento col sistema centrale.
- Dovranno essere fornite tutte quelle interfacce necessarie per poter effettuare qualsiasi operazione di up-grade del sistema.
- Dovrà essere previsto un pulsante per il comando di restart della centralina, protetto da manovre accidentali.
- La parte elettrica di potenza della centralina dovrà essere fisicamente separata dalla parte elettronica.
- Le connessioni con gli apparecchi esterni (modem, convertitori, Hub, ecc..) dovranno essere effettuate tramite cablaggi connettorizzati con connettori di buona qualità, recanti una targhetta identificativa di facile lettura, in modo tale da permetterne una rapida sostituzione in caso di guasto.
- Le schede dovranno essere facilmente accessibili e smontabili, possibilmente senza l'ausilio di attrezzi meccanici.
- Tutte le schede non di commercio, realizzate dal Fornitore , dovranno prevedere un trattamento di protezione per l'umidità.

#### 2.1.1.1.5. *Quadri elettrici e linee di distribuzione elettriche*

Le prescrizioni tecniche relative alla realizzazione delle linee di alimentazione sono descritte negli elaborati relativi al capitolo infrastruttura.

Relativamente alla linee di alimentazione dei PMV, dovrà essere fornita in opera e collegata al Quadro Elettrico dello shelter del PMV o alla morsettiera dell'armadio contenente la centralina (nel caso di PMV di

esterno), una linea di alimentazione con le caratteristiche indicate nel capitolo infrastruttura.

Il Quadro Elettrico dovrà risiedere all'interno dello shelter posto a lato della struttura metallica del PMV ed avrà il compito di distribuire verso il Pannello a Messaggio Variabile, la centralina e lo shelter, l'alimentazione, garantendo una protezione contro le sovracorrenti e contro i contatti indiretti.

I quadri, nel loro complesso, e nei singoli componenti, saranno costruiti in accordo con le seguenti norme e raccomandazioni: CEI EN 60.439-1 IEC 529.

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguitività a 960°C ( 30/30s ) in conformità alle norme IEC 695.2.1, (CEI 50.11).

#### *2.1.1.1.6. Requisiti del Pannello alfanumerico*

##### *2.1.1.1.6.1. Caratteristiche funzionali*

Il pannello alfanumerico dovrà presentare all'utenza, dei messaggi posti su tre righe costituite da 20 caratteri ciascuna.

La tipologia di visualizzazione utilizzata dovrà essere di tipo a matrici rettangolari, di formato minimo 5x7 punti, con tecnologia a led ad alta intensità luminosa, inseriti in un sistema apposito di lenti per la schermatura dalla luce solare incidente.

Dovrà avere la caratteristica di poter visualizzare due messaggi alternandone, secondo un tempo prestabilito, la presentazione sul pannello.

Il pannello alfanumerico sarà collegato alla centralina tramite cablaggi opportunamente protetti. Dovrà essere in grado di effettuare una diagnosi completa ed affidabile di tutte le sue parti elettriche ed elettroniche (catene di LED, sistema di alimentazione, sistema di raffreddamento, etc.) e di comunicarne i risultati alla centralina. La diagnostica dei vari dispositivi, LED inclusi, dovrà essere effettuata in modalità continua senza arrecare disturbo agli automobilisti sia durante la visualizzazione dei pittogrammi sia quando gli stessi sono spenti.

I connettori di alimentazione e di trasmissione dati dovranno essere posizionati sulla parte posteriore destra del pannello (visto dal davanti), in alto a fianco dello sportello.

Tutti i connettori esterni dovranno essere a tenuta stagna, con grado di protezione almeno IP65 con caratteristiche elettriche idonee all'uso a cui sono destinati.

L'esatta posizione dei connettori sulla meccanica del pannello dovrà essere concordata con la Committente, secondo le esigenze richieste dal montaggio dello stesso sulla struttura.

L'intensità luminosa delle matrici a led dovrà essere regolata in funzione della luce ambiente, che colpisce sia la parte frontale che posteriore del pannello e della località di installazione, in modo da rispettare le condizioni di luminanza minima richieste dalle norme (vedi norma EN 12966).

Per le operazioni di manutenzione dovrà essere prevista l'accessibilità dalla parte posteriore, tramite le porte, fino al pannello anteriore.

Tutte le schede elettroniche e i moduli interni al pannello dovranno essere sostituibili dal lato degli sportelli, senza l'ausilio di alcun attrezzo o strumento particolare. Se dovessero esistere dei vincoli meccanici che non consentano la realizzazione di quanto sopra descritto, sarà compito del Fornitore realizzare tutti gli accorgimenti relativi in modo da evitare caduta di oggetti, facendo uso di agganci meccanici, pomelli imperdibili per smontaggio manuale, catenelle o fili di sostegno ecc.

Il grado di protezione di tutta la struttura meccanica non dovrà essere inferiore a IP 54 (vedi caratteristiche meccaniche).

#### 2.1.1.1.6.2. *Caratteristiche meccaniche*

- Il pannello sarà costituito da una cassa unica in lega di alluminio verniciato con polveri per esterno.
- Ogni cassa dovrà risultare praticamente indeformabile alle sollecitazioni previste in fase di trasporto e di installazione mediante sollevamento con gru meccanica.
- I pannelli saranno installati in una struttura metallica di sostegno (portale) per l'ubicazione finale ad una adeguata altezza dal suolo. Per consentire un'agevole installazione le casse saranno dotate di perni cilindrici di appoggio sui due lati (vedi disegno allegato).
- Tutte le parti metalliche interne in lamiera di acciaio "FE 370 UNI 7070" dovranno essere zincate secondo le seguenti prescrizioni:
  - Metallo base esente da difetti macroscopici, quali soffiature, inclusioni, fessurazioni ecc.;
  - Classe rivestimento: F. CD. 8 (UNI 4720);
  - Tipo di post-trattamento : III (UNI 4720);
  - Tempo di esposizione alla nebbia salina: 96 ore (UNI4239);
  - Aderenza: Norme UNI 6405-699

- Tutta la viteria utilizzata per la struttura metallica dovrà essere in acciaio inox AISI 304 tranne che per la viteria necessaria alle connessioni elettriche.
- Le guarnizioni utilizzate per garantire il grado di protezione richiesto dovranno essere tali da conservare nel tempo le caratteristiche originali di tenuta per temperatura nel range richiesto. Dovrà essere prevista una grondaia o tettuccio per evitare infiltrazioni d'acqua durante l'operazione di apertura sportelli per manutenzione.
- Dovrà essere evitata nella maniera più assoluta l'esistenza di spigoli vivi, parti taglienti, sbavature o quant'altro di simile che risultasse tale anche in conseguenza di lavorazioni, ancorché non direttamente a portata di mano del personale di manutenzione.
- La protezione del piano di lettura, costituita da una lamiera opaca di colore nero o grigio scuro forata in corrispondenza dei pixel di fronte ai quali viene posto un sistema di lenti, dovrà avere ottime caratteristiche resilienti e dovrà resistere all'urto con corpi contundenti.

Contenitore esterno:	singola cassa realizzata in estruso di alluminio UNI-6060 saldato in continuo con struttura portante interna in acciaio, dotato di golfari superiori smontabili per il trasporto, con grado di protezione minimo IP54;
Dimensioni esterne max:	(HxLxP) 2000x8300x300 mm (escluso i sistemi di aggancio); la massima profondità di ingombro del pannello con gli sportelli aperti a 90° dovrà essere pari a 1100 mm;
Grado di finitura contenitore:	verniciatura con polveri per esterno (epossidiche o poliesteri) con decappaggio preventivo della lamiera;
Accessibilità posteriore (lato interno):	con sportelli dotati di sistema di blocco antivento nella posizione aperta e di cerniere in acciaio inox;
Accessibilità fronte (lato utente):	la parte frontale del pannello dovrà avere caratteristiche antiriflesso e dovrà consentire lo scivolamento dell'acqua e della polvere senza impedimenti rispettando il grado di protezione richiesto; lo schermo anteriore dovrà essere costituito da una lamiera opaca (con caratteristiche

antiriflesso, antisfondamento, antifrantumazione) di colore nero o grigio scuro forata in corrispondenza dei pixel di fronte ai quali viene posto un sistema di lenti che consente di ottenere le caratteristiche ottiche richieste

Guarnizione del pannello frontale:

qualora sia montato un pannello frontale di tipo trasparente, la guarnizione dovrà essere in gomma piena a base di elastomero di colore nero, a corpo unico (spigoli arrotondati), con ottima resistenza agli agenti atmosferici;

Guarnizione della porta:

in neoprene a cellule chiuse e profilo rettangolare antiveccchiamento;

Serrature:

corpo in acciaio inox AISI 316 o ottone, molle in acciaio inox AISI 316, cilindri interni in ottone, con chiave unificata per tutto il sistema PMV;

Peso massimo

800 kg

#### 2.1.1.1.6.3. *Caratteristiche elettroniche*

- La CPU deve avere alta affidabilità e basso consumo. Dati e programmi devono essere memorizzati su memoria Flash (minimo 32 MB). La comunicazione con i pannelli deve avvenire mediante interfaccia Ethernet utilizzando il protocollo TCP/IP.
- La CPU dovrà realizzare tutte le funzioni atte alla gestione del pannello (cancellazione e scrittura delle matrici a LED, diagnostica di ogni dispositivo, alternanza di 2 messaggi, gestione watch-dog e riavvio automatico del pannello, etc.).
- Il pilotaggio dei led alla corrente nominale dovrà essere di tipo statico, con opportuni dispositivo di stabilizzazione della corrente entro  $\pm 10\%$ , alla variazione delle condizioni di carico.
- Le schede elettroniche dovranno essere interconnesse tramite connettori e dovranno presentare una targhetta identificativa di facile lettura. Tutti i connettori interni (ad eccezione di quelli di alimentazione) dovranno avere i contatti dorati.

- Le schede dovranno essere facilmente accessibili e smontabili, senza l'ausilio di attrezzi meccanici.
- Tutte le schede non di commercio, realizzate dal fornitore, dovranno prevedere un trattamento di protezione per l'umidità.

#### 2.1.1.1.6.4. *Caratteristiche elettriche*

- Dovranno essere previsti i seguenti interruttori:
  - n. 1 interruttore generale magnetotermico con caratteristica idonea al servizio che alimenterà tutto il pannello;
  - n. 1 interruttore magnetotermico differenziale 250 Vca/10A Id=0,03A caratteristica "C" per alimentazione presa di servizio;
- Gli interruttori devono avere grado di protezione IP20.
- La presa di servizio dovrà essere di tipo multistandard da 15A (cioè UN-EL, italiana 10A, italiana 15A ).
- Dovrà essere previsto un filtro antidisturbi e un sistema di limitazione delle sovratensioni idonei, installati in ingresso alla linea di alimentazione 230 Vca dopo l'interruttore generale.
- Dovrà essere realizzato un adeguato sistema di ventilazione comandato da uno o più termostati per impedire fenomeni di condensa e per garantire il corretto funzionamento durante tutto l'anno.
- Dovrà essere realizzato un sistema di sicurezza che tolga l'alimentazione alle matrici a led in caso di raggiungimento del valore di temperatura massimo (60°C); questo al fine di salvaguardare il tempo vita dei componenti ottici.
- Il sistema di ventilazione, i moduli di visualizzazione a led (matrici), la presenza delle alimentazioni e il collegamento con la centralina dovranno essere controllati dall'elettronica del pannello, al fine di diagnosticare tempestivamente alla centralina a terra e, di conseguenza, all'Host, eventuali malfunzionamenti.
- Onde provvedere ad un'efficace regolazione dell'intensità luminosa dei led in funzione delle condizioni ambientali di luce è consigliabile l'utilizzo di un sistema di fotocellule in grado di misurare le condizioni di luce sia frontali che posteriori al pannello, scegliendo, come valore per la regolazione, quello più alto .
- I morsetti di collegamento segnali/alimentazione dovranno essere di resina poliammidica di buona qualità in accordo con le norme CEI 23-20 e 23-21, grado di protezione IP20, fissate su sbarra TS35x7,5 (DIN EN 50022).

- Le morsettiere di alimentazione dovranno essere separate da quelle dei segnali, dotate di pareti di separazione tra i morsetti a tensione 230 Vca e quelli in bassa tensione, dovranno essere di facile accesso per i collegamenti e non ostruite da cablaggi o altro.
- Dovrà essere realizzata una barra a profilo rettangolare in rame per l'ancoraggio di tutti i conduttori di protezione, secondo le normative vigenti. Il pannello dovrà avere un bullone esterno, in prossimità dei connettori di alimentazione/segnali, per il collegamento di messa a terra con il cavo di protezione proveniente dall'impianto.
- Ciascun gruppo di morsetti, alimentazioni e segnali, dovrà essere identificato da una targhetta ben leggibile con la sigla "M" seguita da un numero progressivo (1, 2, ecc.).
- Tutti i morsetti dovranno essere identificati su entrambi i lati da un numero progressivo a cartellino con scritta nera su fondo bianco.
- Al fine di agevolare le operazioni di manutenzione, i cablaggi dovranno essere inseriti all'interno di canalette, posizionate in modo da non costituire ostacolo alla sostituzione di parti elettriche/elettroniche del pannello alfanumerico.
- Tutti i cablaggi devono rispettare la normativa CEI 20-22.

#### 2.1.1.1.6.5. *Caratteristiche dei moduli di visualizzazione a LED*

- Tipologia matrice (1 x h) 5 x 7 minimo;
- Altezza carattere (H):  $\geq 400$  mm;
- Larghezza carattere:  $5H/7 \pm 10\%$ ;
- Contrasto (C): classe R2 delle norme EN 12966;
- Luminanza diurna: classe L3 della norma EN 12966;
- Luminanza notturna: regolabile fino a 40 cd/ m<sup>2</sup>;
- Colore: giallo ambra su tutte e 3 le righe, conforme alla classe C2 della norma EN 12966;
- Vita utile del pannello: 100.000 ore dall'installazione al momento in cui una o più prestazioni fotometriche decadano del 50% rispetto a quelle iniziali;
- Angolo di leggibilità: classe B6 della norma EN 12966;
- Uniformità: secondo la norma EN 12966;
- Composizione pannello: 3 righe di 20 caratteri ciascuna;

- Distanza tra le righe: =  $4H/7$ ;
- Distanza tra i caratteri: =  $2H/7$ ;
- Spessore del tratto:  $H/7 \pm 10\%$  per matrici  $5 \times 7$ ; per matrici con definizione superiore a  $5 \times 7$  lo spessore del tratto può essere inferiore ad  $H/7$  fino ad  $H/11$ ;

#### 2.1.1.1.7. *Requisiti del pannello a pittogrammi con n.2 lanterne semaforiche*

##### 2.1.1.1.7.1. *Caratteristiche funzionali*

Il pannello è composto da due display indipendenti l'uno dall'altro in grado entrambi di visualizzare pittogrammi aventi colore e forme simili a quelli del Codice della strada vigente. In particolare il display sarà di tipo "full color", realizzato tramite una matrice di punti di tipo grafico, con pixel composto, da un led blu, un led verde "pure green", un led giallo e un led rosso.

L'intensità luminosa delle matrici a led dovrà essere regolata in funzione della luce ambiente, che colpisce sia la parte frontale che posteriore del pannello e della località di installazione, in modo da rispettare le condizioni di luminanza minima richieste dalle norme (vedi norma EN 12966).

Per ovviare al fenomeno della distorsione cromatica dovuta ad un diverso degrado delle caratteristiche dei componenti ottici aventi tecnologie costruttive diverse e quindi garantire il mantenimento nel tempo delle coordinate cromatiche e della luminosità massima del colore bianco, si richiedono i seguenti accorgimenti:

- Adottare l'impiego di regolazioni di intensità indipendenti per i vari colori di ogni singolo pixel onde evitare le "invasioni di colore" tra due aree di diversa cromaticità; tale regolazione dovrà avvenire almeno su 4 bit (16 livelli) (indipendentemente dalla regolazione legata al livello della luce ambiente).
- Disporre di un margine di almeno il 30% di luminosità sul colore bianco rispetto al valore minimo richiesto dalla norma EN 12966 per la classe L3.

Il pannello a pittogrammi sarà collegato alla centralina tramite cablaggi opportunamente protetti.

La posizione dei connettori sulla meccanica del pannello dovrà essere concordata con la Committente secondo le esigenze richieste dal montaggio dello stesso sul portale.

Dovrà essere in grado di effettuare una diagnosi completa ed affidabile di tutte le sue parti elettriche ed elettroniche (singoli LED, sistema di alimentazione, sistema di raffreddamento, etc.) e di comunicarne i risultati alla centralina. La diagnostica dei vari dispositivi, LED inclusi, dovrà essere effettuata in modalità

continua senza arrecare disturbo agli automobilisti sia durante la visualizzazione dei pittogrammi sia quando gli stessi sono spenti.

Per le operazioni di manutenzione dovrà essere prevista l'accessibilità dalla parte posteriore, tramite le porte incernierate, fino al pannello anteriore.

Tutte le schede elettroniche e i moduli interni al pannello dovranno essere sostituibili dal lato degli sportelli, senza l'ausilio di alcun attrezzo o strumento particolare. Se dovessero esistere dei vincoli meccanici che non consentano la realizzazione di quanto sopra descritto, sarà compito del Fornitore realizzare tutti gli accorgimenti relativi in modo da evitare caduta di oggetti, facendo uso di agganci meccanici, pomelli imperdibili per smontaggio manuale, catenelle o fili di sostegno ecc.

Il grado di protezione di tutta la struttura meccanica non dovrà essere inferiore a IP 54 (vedi caratteristiche meccaniche).

Sono previste due aree grafiche di forma circolare realizzate con moduli a matrice di led ad alta intensità luminosa di color ambra, inserite nel pannello a doppio pittogramma in posizione centrale immediatamente sotto le due parti grafiche, con funzione di lanterne lampeggianti, che avranno il compito di segnalare all'utente la presenza di un messaggio di viabilità sul PMV.

#### 2.1.1.1.7.2. *Caratteristiche meccaniche*

Il contenitore sarà costituito da una struttura portante in lega di alluminio verniciato con polveri per esterno. Detta struttura dovrà risultare praticamente indeformabile alle sollecitazioni previste in fase di trasporto e di installazione mediante sollevamento con gru meccanica dagli appositi golfari. I pannelli saranno installati in una struttura metallica di sostegno (a bandiera) per l'ubicazione finale ad una adeguata altezza dal suolo. Per consentire un agevole installazione le casse saranno dotate di perni cilindrici di appoggio sui due lati.

La Commissionaria dovrà rispettare le dimensioni esterne *indicate nel paragrafo "Caratteristiche meccaniche"*, poiché vincolanti ai fini dell'installazione meccanica sul portale.

Tutte le parti metalliche interne in lamiera di acciaio "FE 370 UNI 7070" dovranno essere zincate secondo le seguenti prescrizioni:

- Metallo base esente da difetti macroscopici, quali soffiature, inclusioni, fessurazioni ecc..
- Classe rivestimento : F.CD.8 (UNI 4720)
- Tipo di post-trattamento : 111 (UNI 4720)
- Tempo di esposizione alla nebbia salina: 96 ore (LTNI4239)

- Aderenza: Norme UNI 6405-699

Tutta la viteria utilizzata per la struttura metallica dovrà essere in acciaio inox AISI 304 tranne che per la viteria necessaria alle connessioni elettriche.

Le guarnizioni utilizzate per garantire il grado di protezione richiesto dovranno essere tali da conservare nel tempo le caratteristiche originali di tenuta per temperatura nel range richiesto. Dovrà essere prevista una grondaia o tettuccio per evitare infiltrazioni d'acqua durante l'operazione di apertura sportelli per manutenzione.

Dovrà essere evitata nella maniera più assoluta l'esistenza di spigoli vivi, parti taglienti, sbavature o quant'altro di simile che risultasse tale anche in conseguenza di lavorazioni, ancorché non direttamente a portata di mano del personale di manutenzione.

La protezione del piano di lettura, costituita da una lamiera opaca di colore nero o grigio scuro forata in corrispondenza dei pixel di fronte ai quali viene posto un sistema di lenti, dovrà avere ottime caratteristiche resilienti e dovrà resistere all'urto con corpi contundenti.

Contenitore esterno:	cassa unica per entrambi i pittogrammi in estruso di alluminio UNI-6060 saldato in continuo in modo da realizzare una struttura portante, dotato di golfari superiori smontabili per il trasporto, verniciatura della cassa con polveri per esterno (epossidiche o poliestere) con decappaggio preventivo della lamiera, grado di protezione minimo IP54
Dimensioni esterne max:	(HxLxP) 2000x3000x300 mm (escluso i sistemi di aggancio); la massima profondità di ingombro del pannello con gli sportelli aperti a 90° dovrà essere pari a 1100 mm;
Accessibilità posteriore (lato interno):	con sportelli incernierati dotati di sistema di blocco antivento nella posizione aperta e di cerniere in acciaio inox;
Accessibilità fronte (lato utente):	la parte frontale del pannello dovrà avere caratteristiche antiriflesso e dovrà consentire lo scivolamento dell'acqua e della polvere senza impedimenti rispettando il grado di protezione richiesto; lo schermo anteriore dovrà essere costituito da una lamiera opaca (con caratteristiche antiriflesso, antisfondamento, antifrantumazione) di colore nero o grigio scuro forata in corrispondenza dei pixel di fronte ai quali viene posto un sistema di lenti che consente di ottenere le caratteristiche ottiche richieste
Guarnizione del pannello frontale:	qualora sia montato un pannello frontale di tipo trasparente, la guarnizione dovrà essere in gomma piena a base di elastomeri di colore nero, con corpo unico

(spigoli arrotondati), con ottima resistenza agli agenti atmosferici;

Guarnizione della porta:	in neoprene a cellule chiuse e profilo rettangolare antiveccchiamento;
Serrature:	corpo in acciaio inox AISI 316 o ottone, molle in acciaio inox AISI 316, cilindri interni in ottone, con chiave unificata per tutto il sistema PMV;
Peso massimo	400 Kg.

#### 2.1.1.1.7.3. *Caratteristiche elettroniche*

L'elettronica di controllo dovrà essere basata su un'architettura a microprocessore ad alte prestazioni alloggiata in apposito box.

– La CPU locale oltre ad essere preposta alla comunicazione con la centralina dovrà essere in grado di:

- effettuare la scrittura e la cancellazione del pannello;
- effettuare la diagnostica del pannello;
- mantenere in memoria almeno 2 messaggi/pagine da visualizzare in alternanza con i tempi che verranno inviati dall'Host;
- effettuare il riavvio dell'esecuzione del programma in caso di blocco (watch-dog), con procedure da concordare con la Committente;
- effettuare il riavvio dei pannelli in caso di caduta rete, con procedure da concordare con la Committente;
- effettuare il "power up" dei pannelli senza visualizzare, in questa fase, messaggi parziali o falsi.

La CPU deve avere alta affidabilità e basso consumo. Al fine di incrementare ulteriormente l'affidabilità del sistema, il sistema operativo impiegato deve essere Linux. Dati e programmi devono essere memorizzati su memoria Flash (minimo 32 MB). La comunicazione con i pannelli deve avvenire mediante interfaccia Ethernet utilizzando il protocollo TCP/IP.

Il pilotaggio dei led alla corrente nominale dovrà essere di tipo statico, con opportuni dispositivo di stabilizzazione della corrente entro  $\pm 10\%$ , alla variazione delle condizioni di carico.

Le schede elettroniche dovranno essere interconnesse tramite connettori e dovranno presentare una targhetta identificativa di facile lettura. Tutti i connettori interni (ad eccezione di quelli di alimentazione) dovranno avere i contatti dorati.

Le schede elettroniche dovranno essere interconnesse tramite connettori e dovranno presentare una targhetta identificativa di facile lettura. Tutti i connettori interni dovranno avere i contatti dorati ed essere di classe 2 (norma DIN 41652) o superiore.

Tutte le schede non di commercio, realizzate dal fornitore, dovranno prevedere un trattamento di protezione per l'umidità.

#### 2.1.1.1.7.4. *Caratteristiche elettriche*

- Dovranno esser previsti i seguenti interruttori:
  - n.1 interruttore generale magnetotermico con caratteristica idonea al servizio che alimenterà tutto il pannello;
  - n.1 interruttore magnetotermico differenziale 250 Vca/5 o 6A Id=0,03A caratteristica "C" per alimentazione presa di servizio.
- Gli interruttori devono avere grado di protezione IP20.
- La presa di servizio dovrà essere di tipo multistandard da 16A (cioè UNEL, italiana 10A, italiana 15A).
- Dovrà essere previsto un filtro antidisturbi e un sistema di limitazione delle sovratensioni idonei, installati in ingresso alla linea di alimentazione 230 Vca dopo l'interruttore generale.
- Dovrà essere realizzato un adeguato sistema di ventilazione comandato da uno o più termostati per impedire fenomeni di condensa e per garantire il corretto funzionamento durante tutto l'anno.
- Dovrà essere realizzato un sistema di sicurezza che tolga l'alimentazione alle matrici a led in caso di raggiungimento del valore di temperatura massimo (60°C); questo al fine di salvaguardare il tempo di vita dei componenti ottici .
- Il sistema di ventilazione, i moduli di visualizzazione a led (matrici), la presenza delle alimentazioni e il collegamento con la centralina dovranno essere controllati dall'elettronica del pannello, al fine di diagnosticare tempestivamente alla centralina a terra e, di conseguenza, all'host, eventuali malfunzionamenti.
- Onde provvedere ad un'efficace regolazione dell'intensità luminosa dei led in funzione delle condizioni ambientali di luce è consigliabile l'utilizzo di un sistema di fotocellule in grado di misurare le condizioni di luce sia frontali che posteriori al pannello, scegliendo, come valore per la regolazione, quello più alto .
- I morsetti di collegamento segnali/alimentazione dovranno essere di resina poliammidica di buona qualità in accordo con le norme CEI 23-20 e 23-21, grado di protezione IP20, fissate su sbarra TS35x7,5 (DIN EN 50022).

- Le morsettiere di alimentazione dovranno essere separate da quelle dei segnali, dotate di pareti di separazione tra i morsetti a tensione 230 Vca e quelli in bassa tensione, dovranno essere di facile accesso per i collegamenti e non ostruite da cablaggi o altro.
- Dovrà essere realizzata una barra a profilo rettangolare in rame per l'ancoraggio di tutti i conduttori di protezione, secondo le normative vigenti. Il pannello a pittogrammi dovrà avere un bullone esterno, in prossimità dei connettori di alimentazione/segnali, per il collegamento di messa a terra con il cavo di protezione proveniente dall'impianto.
- Ciascun gruppo di morsetti, alimentazioni e segnali, dovrà essere identificato da una targhetta ben leggibile con la sigla "M" seguita da un numero progressivo (1, 2, ecc.).
- Tutti i morsetti dovranno essere identificati su entrambi i lati da un numero progressivo a cartellino con scritta nera su fondo bianco.
- Al fine di agevolare le operazioni di manutenzione, i cablaggi dovranno essere inseriti all'interno di canalette, posizionate in modo da non costituire ostacolo alla sostituzione di parti elettriche/elettroniche del pannello a pittogrammi.
- Tutti i cablaggi devono rispettare la normativa CEI 20-22.
- 

#### 2.1.1.1.7.5. *Caratteristiche dei moduli di visualizzazione a LED*

- Dim. triangolo di pericolo: lato da 1200 mm;
- Risoluzione: 64 x 64 pixel (passo: 18,75 mm);
- Composizione dei pixel: 1 blu, 1verde "pure green", 1 rosso e 1 giallo; Giallo e rosso secondo tecnologia AlInGaP; verde e blu InGaN
- Luminanza diurna: L3 della norma EN 12966 per tutti i colori;
- Luminanza notturna: regolabile fino a 40 cd/m<sup>2</sup>;
- Contrasto (C): classe R2 della norma EN 12966;
- Coordinate cromatiche: classe C1 della norma EN 12966 per verde e rosso, C2 per i colori blu, bianco e giallo
- Angolo di leggibilità : classe B6 della norma EN 12966;
- Uniformità: secondo la norma EN 12966

- Vita utile del pannello: 70.000 ore dall'installazione al momento in cui una o più prestazioni fotometriche decadano del 50% rispetto a quelle iniziali.

#### 2.1.1.1.7.6. *Caratteristiche delle lanterne semaforiche integrate*

Dovranno essere in numero di 2, installate all'interno del frontale del pannello a doppio pittogramma, sotto le zone grafiche in posizione centrale. Dovranno essere costituite da matrici a led di color ambra ad alta intensità luminosa, avere una forma circolare con diametro di 300mm e dovranno essere alimentate tramite un'elettronica apposita controllata dalla CPU presente nel pannello, in grado di sincronizzarle e di regolare la durata e la frequenza del lampeggio.

Questi dispositivi dovranno avere una tecnologia per la protezione dalla luce solare incidente identica a quella delle altre matrici del pittogramma.

Le lanterne semaforiche dovranno rispettare quanto indicato nell'art. 167 del regolamento di attuazione del codice della strada (art. 41 del codice della strada) e quanto indicato nella norma di riferimento EN 12368.

#### 2.1.1.1.8. *Collegamenti di alimentazione e comunicazione*

##### 2.1.1.1.8.1. *Linea di alimentazione*

##### 2.1.1.1.8.2. *Linea di trasmissione dati del PMV di itinere*

Linea di collegamento tra la rete locale di accesso e la centralina del PMV: Sarà realizzata e collegata una linea di trasmissione dati tra il PMV e la stazione.

Cavi e accessori per la linea di trasmissione dati: Patch cord RJ45: per il collegamento della centralina del PMV con lo switch della rete di accesso (posto all'interno dello shelter del PMV).

##### 2.1.1.1.8.3. *Impianto di terra PMV in itinere*

Dovrà essere fornito in opera un impianto di terra costituito da almeno n. 1 dispersore, installato in apposito pozzetto posto in prossimità della struttura, capace di garantire un valore di resistenza coordinato con la corrente di intervento differenziale dell'interruttore di protezione conformemente alla norma CEI 64-8.

Il dispersore dovrà essere collegato con i seguenti componenti:

- Alla struttura metallica del PMV: mediante cavo N07V-K da 25 mm<sup>2</sup> giallo-verde;

- All'armatura del plinto di fondazione della struttura: mediante corda semirigida in rame nudo da 35 mm<sup>2</sup>;
- Alla barra di terra del Q.E. dello shelter: mediante cavo N07V-K da 25 mm<sup>2</sup> giallo-verde.

### 2.1.2. Sottosistema Pannelli a Messaggio Variabile in accesso

Il presente capitolo fornisce l'insieme delle prescrizioni tecniche, dei particolari costruttivi e di funzionamento dei Pannelli a Messaggio Variabile (PMV) per l'impiego in prossimità degli accessi dell'autostrada Asti-Cuneo.

Il sistema di pannelli a messaggio variabile ha lo scopo di informare l'utenza in procinto di entrare in autostrada circa le eventuali condizioni di turbativa alla fluidità del traffico onde poter pianificare il proprio viaggio.

Ogni sistema sarà collegato, mediante una linea di rete, con un calcolatore centrale denominato Host, il quale avrà il compito di inviare ai PMV i vari messaggi relativi alle condizioni di viabilità presente in autostrada e di ricevere dai PMV i messaggi relativi allo stato di funzionamento degli stessi. Questi messaggi saranno strutturati secondo un protocollo definito.

Le apparecchiature che fanno parte di ogni installazione sono le seguenti:

- Armadio stradale con centralina di comando e controllo dell'intero sistema periferico;
- Pannello alfanumerico 4 righe per 15 caratteri;
- Lanterne semaforiche a led di segnalazione.

I PMV devono essere conformi a quanto è riportato nella norma EN 12966.

#### 2.1.2.1. *Caratteristiche ambientali*

Temperatura ambiente: -25/+40°C con insolazione massima di 1120 W/m<sup>2</sup>;

per i pannelli alfanumerici e a pittogramma deve essere reso impossibile la formazione di condensa o di ghiaccio sulla protezione;

per l'armadietto elettrico -5/+0°C con umidità relativa massima 95% non condensante

Umidità relativa ambiente: 0-95%; Ur;

Temperatura di stoccaggio: -30/+80°C;

Resistenza della struttura: la struttura meccanica e gli ancoraggi di fissaggio al portale dei pannelli a pittogrammi e alfanumerico dovrà essere dimensionata per resistere a vento costante fino a 120 Km/h e a raffiche fino a 200 Km/h;

#### 2.1.2.2. *Caratteristiche elettriche*

Alimentazione: Linea di alimentazione 230 Vca completa di conduttore di protezione;

Variazione della tensione: +10% -15%

Frequenza nominale: 50 Hz

Variazione della frequenza: +2% -2%

Consumo max. previsto: centralina = 300 VA  
pannello alfanumerico = 1600 VA (di cui 100 VA per lanterne semaforiche)  
armadio stradale = 500 VA

Una variazione, anche continuativa, della frequenza e della tensione nei limiti sovra esposti non dovrà causare nessuna interruzione di servizio del pannello né visualizzare messaggi falsi o incompleti.

Durante le operazioni di accensione del pannello (power-up) non dovranno essere visualizzati messaggi falsi o incompleti. Prima della visualizzazione di un messaggio si dovrà attendere l'assestamento di tutte le tensioni di alimentazione e controllo.

Variazione della tensione di alimentazione:	+20% inferiore a 10s non si devono avere modifiche al messaggio visualizzato;
Variazione della tensione di alimentazione:	+11% maggiore di 30s si deve spegnere il pannello ed inviare il report all'Host;
Interruzione della tensione di alimentazione:	< 50ms non si devono avere modifiche al messaggio visualizzato;  compresa tra 50 e 200ms non si devono avere modifiche al messaggio visualizzato, ma il pannello potrà avere una variazione di luminanza per tale periodo;  >200ms il pannello dovrà essere spento e la centralina dovrà inviare un report all'Host.

### 2.1.2.3. *Requisiti dell'Armadio stradale e della centralina*

#### 2.1.2.3.1. *Caratteristiche funzionali*

La centralina di comando dovrà gestire completamente il sistema periferico ad essa collegato sia esso di itinere che di entrata. Dovrà prevedere le seguenti funzioni:

- collegamento con i pannelli alfanumerici mediante interfaccia Ethernet utilizzando il protocollo TCP/IP (vedi specifiche parte elettronica) supportata da adeguato protocollo;
- collegamento e comando delle due lanterne semaforiche a led ad alta intensità luminosa;

- collegamento con FEP esistente in ethernet mediante scheda di rete con interfaccia tipo RJ45, che formerà parte integrante della centralina;
- gestione protocollo di linea e scambio informazioni con FEP esistente;
- gestione di interfaccia Ethernet per l'effettuazione dei test e il trasferimento del software utilizzando WEB browser standard.

La centralina dovrà provvedere a tutta una serie di automatismi da effettuarsi ogni qualvolta che una variazione di stato di funzionamento delle sue periferiche controllate (pannelli alfanumerici e a pittogrammi) possa compromettere la visualizzazione e/o la gestione delle notizie presentate all'utente.

Essa dovrà essere in grado di effettuare test di autodiagnosi della parte alfanumerica e della parte a pittogrammi sia in modo automatico, con cadenza stabilita, che su richiesta dell'host o in manutenzione per mezzo di un P.C. portatile.

Le connessioni tra centralina e il pannello dovranno essere realizzate tramite cavi aventi lunghezza da determinare in base alle dimensioni del portale di sostegno del PMV ed alla posizione della centralina rispetto ad esso. Tale lunghezza sarà calcolata in accordo con la Committente. Questi cavi dovranno avere i connettori attestati solo lato pannello, mentre all'interno della centralina saranno attestati a morsettiere.

All'interno dell'armadio stradale dovrà essere installato un trasformatore monofase per la separazione elettrica della linea di alimentazione principale dagli utilizzatori al fine di limitare il più possibile i disturbi e le sovratensioni in transito sulla linea di alimentazione.

#### *2.1.2.3.2. Caratteristiche meccaniche*

Il contenitore della centralina dovrà essere di tipo commerciale con caratteristiche principali già evidenziate precedentemente, dotato di piastra di montaggio metallica o in resina fenolica; dovranno essere montati sulla piastra di base tutti i pressa cavi con dimensione PG idonea ai cavi di collegamento previsti per la centralina, senza alterarne il grado di protezione. Tutti i pressa cavi dovranno essere forniti completi di tappi plastici di chiusura.

La disposizione interna delle parti componenti la centralina dovrà essere realizzata con criteri di ergonomia tali da permettere una facile manutenzione (morsettiere in prossimità dei pressa cavi, interruttori ad altezza idonea, ecc.).

Dovrà essere previsto uno spazio per l'alloggiamento ed il fissaggio dell'apparato di comunicazione (modem, hub, compreso la fornitura e posa del sistema di fissaggio).

Contenitore esterno:	in poliestere rinforzato con fibra di vetro, pressato a caldo di colore grigio chiaro uguale o simile al RAL 7032 (inalterabile alle intemperie) autoestingente, con tettuccio di copertura; grado di protezione IP65. È consentito il montaggio di bocchette speciali di ventilazione dotate di appositi filtri. In questo caso è ammesso un grado di protezione non inferiore a IP54
Porta del contenitore:	con cerniere interne che permettano l'apertura a 90°, con sistema di chiusura su 3 punti;
Guarnizione della porta:	in gomma neoprene alveolare o poliuretano espanso alloggiata in profilo ad "U";
Serratura della porta:	corpo in acciaio inox AISI 316 o ottone, molle in acciaio inox AISI 316, cilindri interni in ottone, con chiave unificata per tutto il sistema PMV;
Dimensioni esterne:	(HxLxP) 1000 x 500 x 420 mm (tettuccio escluso);
Basamento:	in poliestere pressato rinforzato con fibra di vetro, pressato a caldo di colore grigio chiaro uguale o simile al RAL 7032 (inalterabile alle intemperie) autoestingente, corredato del kit viti, tirafondo e staffe di montaggio.

### 2.1.2.3.3. *Caratteristiche elettriche*

E' prevista una linea di alimentazione generale di tipo monofase tensione di 230 Vca  $\pm$  15% con frequenza 50 Hz  $\pm$  2% che verrà sezionata da un interruttore generale e successivamente diramata verso i carichi previsti. E' prevista l'installazione di un trasformatore monofase di separazione.

In uscita dal trasformatore dovranno essere previsti i seguenti interruttori:

- n. 1 interruttore generale magnetotermico differenziale Id= 0,3A caratteristica "C" che alimenterà la centralina, il pannello alfanumerico, il modem o l'eventuale hub ed una presa di servizio);
- n. 1 interruttore magnetotermico per alimentazione centralina;
- n. 1 interruttore magnetotermico per alimentazione lanterne semaforiche;
- n. 1 interruttore magnetotermico per alimentazione pannello alfanumerico;
- n. 1 interruttore magnetotermico differenziale 250 Vca/5 o 6A Id=0,03A caratteristica "C" per alimentazione prese di servizio.

Nota:

Tutti gli interruttori saranno scelti dal fornitore con caratteristiche elettriche idonee al servizio richiesto, secondo le normative vigenti.

Tutti gli interruttori dovranno avere grado di protezione IP20.

Per poter alimentare gli apparati necessari alla comunicazione con la LAN di stazione (Modem, HUB) occorre prevedere un pannello multipresa composto da 3 prese multistandard da 16A (cioè UNEL, italiana 10A, italiana 16A) collegato all'interruttore delle prese di servizio.

Dovrà essere realizzato un filtro antidisturbi e un sistema di limitazione delle sovratensioni idonei, installati in ingresso alla linea di alimentazione 230 Vca dopo l'interruttore generale.

Dovrà essere realizzato un sistema di ventilazione/riscaldamento comandato da un termostato per impedire fenomeni di condensa e per garantire, durante il periodo invernale, temperature non inferiori a 5°C e, durante il periodo estivo, la dissipazione all'esterno del calore generato, in modo particolare per il vano del trasformatore.

I morsetti di collegamento segnali/alimentazione dovranno essere di resina poliammidica di buona qualità in accordo con le norme CEI 23-20 e 23-21, grado di protezione IP20, fissate su sbarra TS35x7,5 (DIN EN 50022).

I morsetti d'ingresso dell'alimentazione monofase dovranno essere adatti al collegamento di cavi aventi sezioni pari a 50 mm<sup>2</sup>.

Le morsettiere di alimentazione dovranno essere separate da quelle dei segnali, dotate di pareti di separazione tra i morsetti a tensione 230 Vca e quelli in bassa tensione, dovranno essere di facile accesso per i collegamenti e non ostruite da cablaggi o altro.

Dovrà essere prevista una morsettiera per il collegamento della linea seriale destinata all'espandibilità del sistema.

Ciascun gruppo di morsetti, alimentazioni e segnali, dovrà essere identificato da una targhetta ben leggibile con la sigla "M" seguita da un numero progressivo (1,2,ecc.).

Tutti i morsetti dovranno essere identificati su entrambi i lati da un numero progressivo a cartellino con scritta nera su fondo bianco.

Dovrà essere realizzata una barra a profilo rettangolare in rame per l'ancoraggio di tutti i conduttori di protezione, compreso quello proveniente dall'esterno, secondo le normative vigenti.

Al fine di agevolare le operazioni di manutenzione, i cablaggi dovranno essere inseriti all'interno di canalette, posizionate in modo da non costituire ostacolo alla sostituzione di parti elettriche/elettroniche della centralina.

Tutti i cablaggi devono rispettare la normativa CEI 20-22.

A riguardo della Compatibilità Elettromagnetica (CE) la centralina dovrà rispettare quanto prescritto nella normativa CEI EN 50081-1: Norme inerenti l'emissione per ambienti residenziali, commerciali ed industria leggera e dalla normativa CEI EN 50082-1: Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali ed industria leggera.

A riguardo della sicurezza dovrà essere rispettato quanto prescritto, per quanto applicabili, nelle norme CEI 64.8 e CEI EN 60950.

#### *2.1.2.3.4. Caratteristiche elettroniche*

L'elettronica di controllo dovrà essere basata su un'architettura RISC (processore Strong ARM) ad alte prestazioni alloggiata in apposito contenitore.

La CPU locale oltre ad essere preposta alla comunicazione con il centro di controllo dovrà essere in grado di:

- Effettuare la scrittura e la cancellazione del pannello;
- Effettuare la diagnostica del pannello alfanumerico;
- Effettuare il riavvio dell'esecuzione del programma in caso di blocco (watch dog), con procedure da concordare con la Committente;

- Effettuare il riavvio del pannello in caso di caduta rete, con procedure da concordare con la Committente. Nella fase di power up del pannello non dovranno essere visualizzati messaggi parziali o falsi.

La CPU deve avere alta affidabilità e basso consumo. Al fine di incrementare ulteriormente l'affidabilità del sistema, il sistema operativo impiegato deve essere Linux. Dati e programmi devono essere memorizzati su memoria Flash (minimo 32 MB). La comunicazione con i pannelli deve avvenire mediante interfaccia Ethernet utilizzando il protocollo TCP/IP. Allo scopo deve essere utilizzato uno switch Ethernet che consenta inoltre il collegamento col sistema centrale.

Dovranno essere fornite tutte quelle interfacce necessarie per poter effettuare qualsiasi operazione di up-grade del sistema.

Dovrà essere previsto un pulsante per il comando di restart della centralina, protetto da manovre accidentali.

La parte elettrica di potenza della centralina dovrà essere fisicamente separata dalla parte elettronica. Tutta la parte elettronica della centralina dovrà essere alloggiata all'interno di un contenitore metallico, con grado di protezione minimo IP20, alloggiata su un piano d'appoggio nel contenitore e fissata ad esso con pomelli a smontaggio a mano. Le connessioni con gli apparecchi esterni (modem, convertitori, Hub, ecc..) dovranno essere effettuate tramite cablaggi connettorizzati con connettori di buona qualità, recanti una targhetta identificativa di facile lettura, in modo tale da permetterne una rapida sostituzione in caso di guasto.

Le schede dovranno essere facilmente accessibili e smontabili, possibilmente senza l'ausilio di attrezzi meccanici.

Tutte le schede non di commercio, realizzate dal Fornitore, dovranno prevedere un trattamento di protezione per l'umidità.

Tutti i connettori interni dovranno avere i contatti dorati e essere di classe 2 (norma DIN 41652) o superiore.

#### **2.1.2.4. *Requisiti del Pannello alfanumerico***

##### **2.1.2.4.1. *Caratteristiche funzionali***

Il pannello alfanumerico posto in entrata dovrà essere composto da 4 righe di 15 caratteri ciascuna composte da led di colore ambra. Dovrà avere la caratteristica di poter visualizzare due messaggi, ad esempio uno riguardante la direzione est e l'altro la direzione ovest, alternandone, secondo un tempo prestabilito, la presentazione sul pannello.

La tipologia di visualizzazione utilizzata dovrà essere di tipo a matrici rettangolari, di formato minimo 5x7 punti, con tecnologia a led ad alta intensità luminosa, inseriti in un sistema apposito per la copertura dalla luce solare.

Il pannello alfanumerico sarà collegato alla centralina tramite cablaggi dotati di connettori, uno di alimentazione ed uno per la trasmissione dati, solo lato pannello.

La posizione dei connettori sulla meccanica del pannello dovrà essere concordata con la Committente secondo le esigenze richieste dal montaggio dello stesso sul portale.

Dovrà essere in grado di effettuare una diagnosi completa ed affidabile di tutte le sue parti elettriche ed elettroniche (catene di LED, sistema di alimentazione, sistema di raffreddamento, etc.) e di comunicarne i risultati alla centralina. La diagnostica dei vari dispositivi, LED inclusi, dovrà essere effettuata in modalità continua senza arrecare disturbo agli automobilisti sia durante la visualizzazione dei pittogrammi sia quando gli stessi sono spenti.

L'intensità luminosa delle matrici a led dovrà essere regolata in funzione della luce ambiente, che colpisce sia la parte frontale che posteriore del pannello e della località di installazione, in modo da rispettare le condizioni di luminanza minima richieste dalle norme (vedi norma EN 12966).

Per le operazioni di manutenzione dovrà essere prevista l'accessibilità dalla parte posteriore, tramite le porte, fino al pannello anteriore.

Tutte le schede elettroniche e i moduli interni al pannello dovranno essere sostituibili dal lato degli sportelli, senza l'ausilio di alcun attrezzo o strumento particolare. Il grado di protezione di tutta la struttura meccanica non dovrà essere inferiore a IP 54 (vedi caratteristiche meccaniche).

#### 2.1.2.4.2. *Caratteristiche meccaniche*

Il contenitore sarà costituito da una struttura portante in lega di alluminio verniciata con polveri per esterno.

Dovrà essere fornita una cornice in alluminio verniciata di nero, solidale con la struttura metallica, di altezza 20cm per tutti i lati, su di un lato della quale, sarà apportata, se richiesta dalla committente, una scritta riportante il logo della concessionaria con colore da indicare a cura della stessa.

Detta struttura dovrà risultare praticamente indeformabile alle sollecitazioni previste in fase di trasporto e di installazione mediante sollevamento con gru meccanica dagli appositi golfari. I pannelli saranno installati in una struttura metallica di sostegno (portale) per l'ubicazione finale ad una adeguata altezza dal suolo. Di conseguenza dovranno essere dotati di idonei

ancoraggi meccanici costituiti da un sistema meccanico che permetta la rotazione di alcuni gradi secondo l'asse orizzontale.

La Commissionaria dovrà rispettare le dimensioni esterne indicate nel paragrafo. “Caratteristiche meccaniche”, poiché vincolanti ai fini dell’installazione meccanica sul portale.

Tutte le parti metalliche interne in lamiera di acciaio "FE 370 UNI 7070" dovranno essere zincate secondo le seguenti prescrizioni:

Metallo base esente da difetti macroscopici, quali soffiature, inclusioni, fessurazioni ecc.;

Classe rivestimento: F.CD.8 (UNI 4720);

Tipo di post-trattamento : III (UNI 4720);

Tempo di esposizione alla nebbia salina: 96 ore (UNI4239);

Aderenza: Norme UNI 6405-699

Tutta la viteria utilizzata per la struttura metallica dovrà essere in acciaio inox AISI 304 tranne che per la viteria necessaria alle connessioni elettriche.

Le guarnizioni utilizzate per garantire il grado di protezione richiesto dovranno essere tali da conservare nel tempo le caratteristiche originali di tenuta per temperatura nel range richiesto. Dovrà essere prevista una grondaia o tettuccio per evitare infiltrazioni d'acqua durante l'operazione di apertura sportelli per manutenzione.

Dovrà essere evitata nella maniera più assoluta l'esistenza di spigoli vivi, parti taglienti, sbavature o quant'altro di simile che risultasse tale anche in conseguenza di lavorazioni, ancorché non direttamente a portata di mano del personale di manutenzione.

La lastra trasparente a protezione del piano di lettura dovrà avere ottime caratteristiche resilienti, inoltre dovrà ridurre al minimo le eventuali riflessioni dei raggi solari verso le corsie di marcia, dovrà resistere all'urto con corpi contundenti e in caso di frantumazione ridurre al minimo il rischio di caduta frammenti.

Contenitore esterno:                      cassa in estruso di alluminio UNI-6060 saldato in continuo in modo da realizzare una struttura portante; porte di accesso posteriori (grado di protezione minimo IP 54). Possibilità di rotazione secondo l'asse orizzontale;

Dimensioni esterne max:	(HxLxP) 1600x3500x300 mm; la massima profondità di ingombro del pannello con gli sportelli aperti a 90° dovrà essere pari a 1200 mm;
Accessibilità posteriore (lato interno):	con sportelli dotati di sistema di blocco antivento nella posizione aperta e di cerniere in acciaio inox;
Accessibilità fronte (lato utente):	la parte frontale del pannello dovrà avere caratteristiche antiriflesso e dovrà consentire lo scivolamento dell'acqua e della polvere senza impedimenti rispettando il grado di protezione richiesto; lo schermo anteriore dovrà essere costituito da una lamiera opaca (con caratteristiche antiriflesso, antisfondamento, antifrantumazione) di colore nero o grigio scuro forata in corrispondenza dei pixel di fronte ai quali viene posto un sistema di lenti che consente di ottenere le caratteristiche ottiche richieste
Grado di finitura contenitore:	verniciatura con polveri per esterno (epossidiche o poliesteri) con decappaggio preventivo della lamiera;
Guarnizione del pannello frontale:	qualora sia montato un pannello frontale di tipo trasparente, la guarnizione dovrà essere in gomma piena a base di elastomeri di colore nero, a corpo  unico (spigoli arrotondati), con ottima resistenza agli agenti atmosferici;
Guarnizione della porta:	in neoprene a cellule chiuse e profilo rettangolare, anti-invecchiamento;

Serrature: corpo in acciaio inox AISI 316 o ottone, molle in acciaio inox AISI 316, cilindri interni in ottone, con chiave unificata per tutto il sistema PMV;

Peso massimo 350 Kg.

#### 2.1.2.4.3. *Caratteristiche elettroniche*

L'elettronica di controllo dovrà essere basata su un'architettura a microprocessore ad alte prestazioni, alloggiata in apposito box.

La CPU locale oltre ad essere preposta alla comunicazione con la centralina dovrà essere in grado di:

- effettuare la scrittura e la cancellazione del pannello;
- effettuare la diagnostica del pannello e delle lanterne lampeggianti;
- mantenere in memoria almeno 2 messaggi/pagine da visualizzare in alternanza con i tempi che verranno inviati dall'Host;
- effettuare il riavvio dell'esecuzione del programma in caso di blocco (watch-dog), con procedure da concordare con la Committente;
- effettuare il riavvio dei pannelli in caso di caduta rete, con procedure da concordare con la Committente;
- effettuare il “power up” dei pannelli senza visualizzare, in questa fase, messaggi parziali o falsi;
- gestire il lampeggio sincronizzato delle lanterne lampeggianti.

La CPU deve avere alta affidabilità e basso consumo. Al fine di incrementare ulteriormente l'affidabilità del sistema, i dati e programmi devono essere memorizzati su memoria Flash (minimo 32 MB). La comunicazione con i pannelli deve avvenire mediante interfaccia Ethernet utilizzando il protocollo TCP/IP.

La CPU dovrà realizzare tutte le funzioni atte alla gestione del pannello (cancellazione e scrittura delle matrici a LED, diagnostica di ogni dispositivo, alternanza di 2 messaggi, gestione watch-dog e riavvio automatico del pannello, etc.).

Il pilotaggio dei led alla corrente nominale dovrà essere di tipo statico, con opportuni dispositivo di stabilizzazione della corrente entro  $\pm 10\%$ , alla variazione delle condizioni di carico.

Dovrà essere previsto un pulsante per il comando di restart del pannello alfanumerico, protetto da manovre accidentali.

Le schede elettroniche dovranno essere interconnesse tramite connettori e dovranno presentare una targhetta identificativa di facile lettura. Tutti i connettori interni dovranno avere i contatti dorati e essere di classe 2 (norma DIN 41652) o superiore.

Le schede dovranno essere facilmente accessibili e smontabili, senza l'ausilio di attrezzi meccanici.

Tutte le schede non di commercio, realizzate dal fornitore, dovranno prevedere un trattamento di protezione per l'umidità.

#### 2.1.2.4.4. *Caratteristiche elettriche*

Il cavo della linea di alimentazione 220Vca dovrà prevedere il conduttore di protezione.

Dovranno essere previsti i seguenti interruttori:

- n.°1 interruttore generale magnetotermico con caratteristica idonea al servizio che alimenterà tutto il pannello;
- n.° 1 interruttore magnetotermico differenziale 250 Vca/5 o 6A Id=0,03A caratteristica "C" per alimentazione presa di servizio;

Gli interruttori devono avere grado di protezione IP20. La presa di servizio dovrà essere di tipo multistandard da 16A (cioè UNEL, italiana 10A, italiana 16A).

Dovrà essere realizzato un adeguato sistema di ventilazione/riscaldamento comandato da uno o più termostati per impedire fenomeni di condensa e per garantire, durante il periodo invernale, temperature non inferiori a 5°C e, durante il periodo estivo, il mantenimento della temperatura entro un valore massimo di 60°C. Il termostato di massima temperatura dovrà essere posizionato nella parte di maggior accumulo di calore. Dovrà essere presente un dispositivo che avvisi il raggiungimento della temperatura di 55°C, con un messaggio diagnostico inviato all'Host e preveda un intervento sui valori di corrente nei Led, atto ad abbassare la temperatura interna del pannello. L'entità di questo intervento dovrà essere concordato con la Committente.

Dovrà essere realizzato un sistema di sicurezza che tolga l'alimentazione alle matrici a Led in caso di raggiungimento del valore di temperatura massimo (60°C); questo al fine di salvaguardare il tempo vita dei componenti ottici .

Il sistema di ventilazione/riscaldamento, i moduli di visualizzazione a Led (matrici), la presenza delle alimentazioni e il collegamento con la centralina dovranno essere controllati dall'elettronica del pannello, al fine di diagnosticare tempestivamente alla centralina a terra e, di conseguenza, all'Host, eventuali malfunzionamenti.

Onde provvedere ad un'efficace regolazione dell'intensità luminosa dei led in funzione delle condizioni ambientali di luce è consigliabile l'utilizzo di un sistema di fotocellule in grado di misurare le condizioni di luce sia frontali che posteriori al pannello, scegliendo, come valore per la regolazione, quello più alto.

I morsetti di collegamento segnali/alimentazione dovranno essere di resina poliammidica di buona qualità in accordo con le norme CEI 23-20 e 23-21, grado di protezione IP20, fissate su sbarra TS35x7,5 (DIN EN 50022).

Le morsettiere di alimentazione dovranno essere separate da quelle dei segnali dotate di pareti di separazione tra i morsetti a tensione 230 Vca e quelli in bassa tensione, dovranno essere di facile accesso per i collegamenti e non ostruite da cablaggi o altro.

Dovrà essere realizzata una barra a profilo rettangolare in rame per l'ancoraggio di tutti i conduttori di protezione, secondo le normative vigenti. Il pannello alfanumerico dovrà avere un bullone esterno, in prossimità dei connettori di alimentazione/segnali, per il collegamento di messa a terra con il cavo di protezione proveniente dall'impianto.

Ciascun gruppo di morsetti, alimentazioni e segnali, dovrà essere identificato da una targhetta ben leggibile con la sigla "M" seguita da un numero progressivo (1, 2, ecc.).

Tutti i morsetti dovranno essere identificati su entrambi i lati da un numero progressivo a cartellino con scritta nera su fondo bianco.

Al fine di agevolare le operazioni di manutenzione, i cablaggi dovranno essere inseriti all'interno di canalette, posizionate in modo da non costituire ostacolo alla sostituzione di parti elettriche/elettroniche del pannello alfanumerico.

Tutti i cablaggi devono rispettare la normativa CEI 20-22.

#### 2.1.2.4.5. *Caratteristiche dei moduli di visualizzazione a LED*

– Tipologia matrice (1 x h)                      5 x 7;

- Altezza carattere (H):  $\geq 200$  mm.;
- Larghezza carattere:  $5H/7 \pm 10\%$ ;
- Contrasto (C): classe R2 delle norme EN 12966;
- Luminanza diurna: classe L3 della norma EN 12966;
- Luminanza notturna: regolabile fino a 40 cd/ m<sup>2</sup> ;
- Colore: giallo ambra su tutte e 3 le righe, conforme alla classe C2 della norma EN 12966;
- Vita utile del pannello: 100.000 ore dall'installazione al momento in cui una o più prestazioni fotometriche decadano del 50% rispetto a quelle iniziali;
- Angolo di leggibilità: classe B6 della norma EN 12966;
- Uniformità: secondo la norma EN 12966;
- Composizione pannello: 4 righe di 15 caratteri ciascuna;
- Distanza tra le righe:  $= 4H/7$ ;
- Distanza tra i caratteri:  $= 2H/7$ ;
- Spessore del tratto:  $H/7 \pm 10\%$  per matrici 5x7; per matrici con definizione superiore a 5x7 lo spessore del tratto può essere inferiore ad  $H/7$  fino ad  $H/11$ ;

#### **2.1.2.5. *Requisiti delle lanterne semaforiche***

##### **2.1.2.5.1. *Caratteristiche funzionali***

Sono previste due lanterne semaforiche a led ad alta intensità luminosa di colore ambra direttamente comandate dalla centralina, che avranno il compito di segnalare all'utente, mediante lampeggio, la presenza di un messaggio di viabilità sul PMV.

Ai fini di agevolare la manutenzione dell'oggetto da parte del personale operante sul portale queste lanterne dovranno potersi aprire dalla parte posteriore, per la sostituzione degli elementi interni. Nel caso che ciò non sia possibile in alcun modo, la Commissionaria dovrà realizzare, concordandolo con la Committente, un adeguato sistema meccanico, dotato

di sistema di bloccaggio, che consenta una rotazione della lanterna di 180° per facilitare l'apertura e lo smontaggio degli elementi interni.

#### 2.1.2.5.2. *Caratteristiche tecniche*

Le lanterne semaforiche dovranno rispettare quanto indicato nell'art. 167 del regolamento di attuazione del codice della strada (art. 41 del codice della strada).

Dovranno essere in numero di 2, aventi diametro 300 mm del tipo a Led di colore ambra ad alta intensità luminosa e dovranno essere alimentate tramite un'elettronica apposita controllata dalla CPU presente nel pannello alfanumerico, in grado di sincronizzarle e di regolare la durata e la frequenza del lampeggio.

L'involucro dovrà essere di materiale plastico (policarbonato) di colore verde, dotato di parasole di tipo semaforico per la protezione dalla luce solare diretta. Davanti alla scheda contenente i Led dovrà essere posto un frontale plastico che, oltre ad avere il compito di protezione, dovrà garantire l'eliminazione dell'effetto puntiforme generato dall'accensione dei Led diffondendo in modo uniforme la luce.

Il grado di protezione della struttura non deve essere inferiore a IP54.

Il collegamento elettrico con la centralina di comando dovrà essere realizzato, sia lato lanterne semaforiche che lato centralina, tramite cavo attestato su delle morsettiere.

Principali caratteristiche luminose e meccaniche:

- Intensità luminosa: Classe A2/1
- Distribuzione intensità luminosa: Classe W
- Uniformità luminosa  $L_{min}:L_{max}$ :  $\geq 1:10$
- Massimo effetto Phantom: Classe 1
- Resistenza all'impatto: IR1
- Grado di protezione: IP54
- Classe ambientale: B

#### 2.1.2.6. *Collegamenti di alimentazione e comunicazione*

#### 2.1.2.6.1. *Linea di alimentazione*

Le prescrizioni tecniche relative alla realizzazione del quadro elettrico e della linea di alimentazione sono descritte negli elaborati relativi al capitolo infrastruttura.

Relativamente alle linee di alimentazione dei PMV, dovrà essere fornita in opera e collegata alla morsettiera dell'armadio contenente la centralina una linea di alimentazione con le caratteristiche indicate nel capitolo infrastruttura.

#### 2.1.2.6.2. *Impianto di terra PMV in esterno*

Dovrà essere fornito in opera un impianto di terra costituito da almeno n. 1 dispersore, installato in apposito pozzetto posto in prossimità della struttura, capace di garantire un valore di resistenza coordinato con la corrente di intervento differenziale dell'interruttore di protezione conformemente alla norma CEI 64-8.

Il dispersore dovrà essere collegato con i seguenti componenti:

- Alla struttura metallica del PMV: mediante cavo N07V-K da 25 mm<sup>2</sup> giallo-verde;
- All'armatura del plinto di fondazione della struttura: mediante corda semirigida in rame nudo da 35 mm<sup>2</sup>;
- Alla barra di terra della centralina PMV: mediante cavo N07V-K da 25 mm<sup>2</sup> giallo-verde.

#### 2.1.2.6.3. *Comunicazioni*

Sarà realizzata e collegata una linea di trasmissione dati tra la centralina del PMV e la rete di accesso. per la linea di trasmissione dati è previsto l'utilizzo di una patch cord RJ45 che permette il collegamento della centralina del PMV con lo switch della rete di accesso (posto all'interno dell'armadio TVCC).

#### 2.1.2.7. *Diagnostica*

Il sistema di diagnostica dovrà essere in grado di rilevare tutti gli eventi di malfunzionamento delle parti costituenti i pannelli a messaggio variabile e la centralina, inviando, tramite la centralina stessa, una segnalazione verso l'Host.

La diagnostica dovrà avvenire con pannello in funzionamento senza alterare in nessun modo la leggibilità del messaggio visualizzato.

#### **2.1.2.8. Norme di riferimento**

Tutte le apparecchiature dovranno essere realizzate a regola d'arte.

Il costruttore dovrà garantire la conformità dei singoli prodotti alle normative antinfortunistiche vigenti all'atto della realizzazione del prodotto stesso e connesse con: la tipologia del prodotto, l'impiego dei componenti elettrici, elettronici e meccanici usati, i criteri costruttivi adottati, l'impiego finale previsto o prevedibile.

In particolare si richiede, per ogni singolo prodotto, la stesura di manuali tecnici di impiego, installazione e manutenzione, dove vi siano chiaramente indicate le corrette modalità di impiego e gli eventuali rischi connessi con un uso improprio ma ragionevolmente prevedibile dell'apparecchiatura.

Il costruttore si dovrà far carico di individuare le normative di legge da applicare sia nazionali (CEI) che europee (EN) al fine di realizzare prodotti completamente conformi. Per tutti i particolari e caratteristiche non espressamente richiesti nelle presenti prescrizioni la Commissionaria dovrà comunque attenersi a tutto quanto è riportato nella norma EN 12966.

Le eventuali certificazioni da allegare al prodotto devono essere rilasciate da strutture riconosciute nei modi e nei termini previsti dalla normativa EN 12966.

Gli eventuali oneri per la messa a norma del prodotto (prove di qualificazione, produzione di etichettature, stesura manuali ecc..) sono a carico del costruttore.

#### **2.1.2.9. Test ambientali, ottici e immunità elettromagnetica**

In merito a tutte le prove previste dalla norma EN 12966 e dalle presenti prescrizioni la Committente potrà scegliere l'ente o gli enti certificatori a proprio libero arbitrio o tra quelli proposti dalla Commissionaria e partecipare a tutte le prove previste nelle sedi degli enti certificatori; potrà inoltre effettuare ulteriori prove in collaborazione con la Commissionaria e con l'ausilio della strumentazione di quest'ultima presso le strutture dove vengono prodotti e collaudati i PMV.

A riguardo delle suddette prove sui PMV, si fa presente che queste dovranno essere effettuate utilizzando, al posto del pannello, un modulo di prova come indicato nella norma EN 12966.

Non è previsto nessun modulo di prova relativo alla centralina, pertanto le suddette prove dovranno essere effettuate utilizzando un elemento della fornitura.

La Commissionaria dovrà redigere un documento che indichi esattamente le modalità con cui dovranno essere eseguite tutte le prove, in special modo quelle ottiche e sottoporlo preventivamente all'approvazione da parte della Committente prima di consegnarlo all'ente certificatore per l'esecuzione delle prove.

#### 2.1.2.10. *Collaudi*

La Committente effettuerà le prove di collaudo ritenute necessarie per assicurare la funzionalità degli impianti nonché la rispondenza degli stessi alle specifiche tecniche.

I collaudi avverranno in due diverse fasi ed in particolare:

- Collaudi presso il fornitore;
- Collaudi in sito.

##### 2.1.2.10.1. *Collaudi presso il fornitore*

La Commissionaria è tenuta ad effettuare tutte le prove previste dalle vigenti normative in materia di sicurezza elettrica nonché quelle descritte nel presente documento.

Ogni PMV dovrà essere tenuto acceso alla luminanza massima e accensione a scacchiera per almeno 72 ore consecutive prima di iniziare i collaudi.

La Committente potrà richiedere alla Commissionaria di fornire la documentazione relativa alle suddette misure nonché richiedere, senza alcun costo aggiuntivo, di effettuare alcune misure a campione. Per quanto riguarda le misure di luminanza e colore la Commissionaria dovrà essere provvista della strumentazione necessaria. La consegna dei PMV non potrà avvenire prima di tale collaudo e dopo lettera liberatoria da parte della Committente.

##### 2.1.2.10.2. *Collaudi in sito*

Dopo che tutte le periferiche saranno state installate, si procederà prima alle prove in bianco di ogni periferica e successivamente alle prove complessive di sistema. In particolare sarà verificato:

- il controllo di luminanza;

- il collegamento con l'Host;
- la diagnostica del PMV;
- il controllo del bilanciamento dei colori con le varie situazioni di illuminamento esterno.

I risultati delle prove e dei collaudi saranno contenuti in appositi verbali redatti dalla Committente.

#### **2.1.2.11. Modalità di fornitura**

Ogni serie di PMV dovrà essere fornita completamente equipaggiata di tutti i cavi, connettori inclusi, necessari al collegamento della trasmissione dati, dell'alimentazione tra la centralina ed i relativi pannelli alfanumerico e a pittogramma.

##### **2.1.2.11.1. Etichettatura**

I pannelli e le centraline dovranno essere dotati di una etichetta che riporti almeno i seguenti elementi:

- Azienda costruttrice;
- Data di costruzione;
- Numero di matricola;
- Tensione e frequenza di alimentazione;
- Potenza assorbita;
- Codice del rapporto di prove effettuate;
- Marcatura CE;
- Altri marchi di qualità.

L'etichetta dovrà essere scritta con modalità indelebili e con caratteri aventi altezza minima di 5mm. L'etichetta dovrà essere posizionata sul lato sinistro/ destro dalla parte bassa nelle vicinanze dei connettori di collegamento. Le prove e la documentazione riguardanti la marcatura CE secondo le normative attuali dovranno essere consegnate alla committente.

##### **2.1.2.11.2. Imballaggio**

I PMV (alfanumerico e pittogrammi) e l'armadio della centralina dovranno essere avvolti da un telo in nylon in modo da proteggerli contro la polvere e l'umidità. In particolar modo la parte frontale dovrà essere ricoperta da un foglio adesivo, facilmente rimovibile, per proteggerla contro i graffi accidentali. Il tutto dovrà essere inserito in un'intelaiatura in legno con, al suo interno, degli spessori di materiale espanso in grado di ammortizzare gli urti durante il trasporto.

Per quanto riguarda la centralina si ritiene sufficiente che sia fornita in una scatola di cartone, con, al suo interno, spessori di materiale espanso idonei all'assorbimento degli urti.

Si richiede inoltre di applicare su ogni involucro un adesivo ben visibile ove risulti il numero del collo rispetto al totale dei colli inviati, la data e il numero di bolla di spedizione e il numero della commissione d'ordine.

#### **2.1.2.12. Oneri accessori**

Saranno comunque a carico della Commissionaria i seguenti lavori:

- Posizionamento dell'armadio Centralina all'interno dello shelter;
- Collegamento e/o connettorizzazione della linea di alimentazione dal quadro elettrico dello shelter alla morsettiera prevista all'interno dell'armadio;
- Collegamento e/o connettorizzazione della linea trifase proveniente dall'esterno alla morsettiera dell'armadio Q.E. ;
- Collegamento e/o connettorizzazione per la linea T.D. con conduttori già esistenti;
- Fornitura in opera e collegamento dei cavi e connettori per il collegamento tra armadio Q.E. e pannelli e compresi accessori (canaletta, fascette, ecc.);
- Dopo l'installazione dei PMV nei luoghi autostradali previsti, dovrà essere effettuato, in accordo con la Committente, il collaudo e l'attivazione dell'impianto. Queste operazioni consisteranno nella verifica, mediante test, di tutto il funzionamento del sistema, sia in modalità locale (OFF LINE) e la messa in servizio dei pannelli collegandoli con l'Host remoto. La Commissionaria dovrà produrre un'adeguata documentazione in merito, riportante, oltre all'esito dei test effettuati, la data, l'ubicazione dei PMV e il nominativo del tecnico collaudatore.

#### **2.1.2.13. Documentazione**

Al termine della fase di progettazione dovrà essere sottoposta alla Committente, per opportuna valutazione, la seguente documentazione:

- Disegno di architettura di sistema;
- Disegni meccanici dimensionali dei pannelli e dei supporti;
- Disegni che evidenziano le modalità di accesso al pannello per la manutenzione;
- Calcoli e relazioni dei sostegni dei pannelli redatti da un professionista abilitato;
- Schemi elettrici dell'armadio, dei pannelli e della centralina;
- Schemi elettrici di impianto con dimensionamento dei cavi;
- Calcolo della vita utile degli "elementi sensibili" del pannello;

La Committente si riserva un tempo di 5 giorni per l'esame della documentazione presentata.

La presentazione e l'approvazione della suddetta documentazione non esonera la Commissionaria dalle proprie responsabilità di ordine civile e penale legate alla natura dell'appalto.

Al momento del collaudo in fabbrica dovrà essere consegnata in copia la seguente documentazione:

- certificati riportanti gli esiti delle prove indicate al paragrafo "Prove ambientali";
- tutta la documentazione sopra elencata in forma definitiva;
- lista di tutti i componenti meccanici con riferimento numerico delle parti di ricambio;
- lista dei componenti elettrici recante marca e modello;
- schemi elettrici dei cablaggi e delle schede elettroniche;
- disegni della disposizione componenti sui circuiti stampati delle singole schede;
- lista componenti delle schede elettroniche;
- disegno dei singoli cavi;

Inoltre la Commissionaria dovrà produrre la monografia del prodotto riportante tutte le caratteristiche meccaniche ed elettriche, oltre alla

descrizione tecnica, le procedure dettagliate di installazione e corretta manutenzione.

I sopra elencati documenti dovranno essere forniti alla Committente in originale su supporto cartaceo ed in formato Adobe-Acrobat su supporto informatico standard Windows 2000/XP o superiori. Per i disegni meccanici dovrà essere impiegato il pacchetto software AUTOCAD-AUTODESK.

Dovrà essere fornito il pacchetto software di test per Personal Computer ed il simulatore software su supporto informatico standard (CD-ROM), con il manuale tecnico per l'uso che descriva tutte le operazioni necessarie sia all'installazione del programma stesso, che all'esecuzione dei test.

Inoltre la Commissionaria dovrà fornire su CD-ROM tutti i files necessari alla programmazione di memorie, i files sorgenti ed eseguibili di programmi applicativi logiche programmabili, corredati di opportuno elenco descrittivo.

La documentazione tecnica si riterrà parte integrante della fornitura.

Per quanto richiesto e non fornito, relativamente a sorgenti di programmi, schemi costruttivi d'impianto e schemi elettrici, se ne richiede il deposito presso un notaio concordato dalle parti.

- la Committente potrà entrare in possesso di tale documentazione nei seguenti casi:
- la Commissionaria cessi l'attività di settore per cui è stata contattata;
- la Commissionaria cessi l'attività di assistenza specialistica;
- la Commissionaria non sia più in grado di effettuare le modifiche d'impianto, di manutenzione straordinaria od eccezionale, richieste dalla Committente;
- la Commissionaria non effettui le riparazioni dei sottoassiemi d'impianto da lei stessa forniti;
- la Commissionaria cessi l'attività di assistenza software, rivolta alla manutenzione, all'aggiornamento del software fornito.

La Commissionaria sarà tenuta comunque a fornire nuovamente la documentazione nel caso di modifiche od aggiornamenti da Lei effettuati o richiesti dalla Committente, finché è in vita l'apparecchiatura.

La Commissionaria dovrà garantire che i prodotti di commercio forniti siano realizzati a norma di legge.

#### **2.1.2.14. Garanzie**

Tutte le parti meccaniche, elettriche ed elettroniche costituenti il sistema PMV (centralina compresa) dovranno essere garantite per 12 mesi dalla data di effettuazione del collaudo in sito avvenuto con esito positivo. Durante tale periodo dovranno essere compresi nella garanzia la sostituzione o riparazione di tutti i componenti guasti spediti dalla Committente e gli eventuali aggiornamenti software migliorativi ai fini del funzionamento del sistema. Nel caso in cui il guasto non sia risolvibile con la sola sostituzione dei componenti del sistema, la Commissionaria sarà tenuta, durante il periodo di garanzia, ad un intervento gratuito di riparazione risolutivo nel sito di installazione del sistema PMV in questione. Tale intervento dovrà essere effettuato entro 24 ore dalla chiamata, salvo il sabato, la domenica e giornate festive.

Al termine dei 12 mesi verrà fatta una verifica a campione di luminanza su alcuni moduli Led che sono stati prevalentemente accesi. Tale luminanza verrà comparata con il modulo Led campione. La perdita di luminanza non dovrà essere superiore al 10%, pena la continuazione della garanzia per un ulteriore anno.

#### **2.1.3. Sottosistema TVCC**

##### **2.1.3.1. *Qualità e provenienza delle apparecchiature e dei componenti***

###### **2.1.3.1.1. *Generalità***

L'impresa installatrice deve realizzare un sistema a regola d'arte, in particolare deve fornire in opera una soluzione in grado di garantire alla Committente l'affidabilità, l'espandibilità e la manutenibilità del sistema.

L'affidabilità del sistema deve essere garantita a tutti i livelli, dalla componentistica elettronica agli applicativi di gestione.

La soluzione deve consentire un certo grado di espandibilità sia in termini di rete sia in termini di singoli apparati.

Le apparecchiature devono rispettare tutte le Norme, i Decreti e le Leggi dello Stato ad esse inerenti ed, inoltre, tutte le normative di riferimento relative alla categoria di appartenenza.

###### **2.1.3.1.2. *Telecamera DOME a colori DAY/NIGHT***

Telecamera di tipo dome a colori utilizzata per il controllo del traffico. Deve trattarsi di un sistema integrato di ripresa, costituito da un brandeggio orizzontale/verticale ad alta velocità variabile e da una telecamera ad alta risoluzione con obiettivo zoom, in grado di controllare da un unico punto di ripresa e con estrema velocità zone diverse e lontane tra loro.

Deve essere un prodotto progettato per applicazioni di sorveglianza continua 24 ore su 24 in esterno. Deve prevedere una custodia robusta, antivandalica, progettata nel rispetto di rigorosi criteri di resistenza.

Considerata l'applicazione in esterno deve essere in grado di operare sotto varie condizioni di illuminazione e per migliorare la sensibilità nelle ore notturne, deve passare automaticamente dalla modalità a colori a quella monocromatica rimuovendo il filtro ad infrarossi. La commutazione deve poter essere anche manuale. In condizioni di massima oscurità la telecamera deve essere in grado di ridurre automaticamente la velocità di apertura dell'otturatore in modo da aumentare la sensibilità dell'immagine. Tale funzionalità deve essere completamente automatica o manuale su diverse velocità dell'otturatore.

Deve mettere a disposizione la funzionalità di regolazione del bilanciamento del bianco e diverse temperature di colore a partire da 2000 °K.

Deve garantire un controllo ottimale della visualizzazione a qualsiasi impostazione di zoom e prevedere la funzione di stabilizzazione dell'immagine in modo da filtrare le vibrazioni provocate dagli agenti atmosferici.

L'apparato deve fornire funzionalità di oscuramento di settore entro il campo visivo, e maschere privacy. Deve consentire la configurazione di molteplici tour di visualizzazione comprendenti anche le attività di brandeggio e in caso di inattività da parte dell'operatore deve poter tornare ad su una scena predefinita, su un preset o su un tour automatizzato. Deve consentire la titolazione dei settori e dei preset.

Deve essere completa di riscaldatore e termostato al fine di mantenere le corrette temperature di funzionamento all'interno della cupola.

Inoltre, devono essere garantite le seguenti caratteristiche funzionali minime:

- Formato sensore      CCD non inferiore a 1/4";
- Pixels effettivi      752x582 (PAL);
- Obiettivo              Zoom 26X (3.5 – 91 mm) da F1,6 a F3,8;
- Campo visivo        da 2,3° a 55°;

- Uscita video 1.0 Vp-p, 75 Ohm;
- Fuoco autofocus con comando manuale;
- Diaframma automatico con comando manuale;
- Sensibilità modalità diurna non superiore a 0.13 lx;
- modalità notturna non superiore a 0.016 lx;
- Risoluzione non inferiore a 460 TVL (PAL);
- Rapporto Segnale/Rumore non inferiore a 50 dB;
- Sincronizzazione Line lock (regolazione della fase verticale da 120° a 120°) o interno al quarzo;
- Controllo guadagno Off/Auto (con limite regolabile)

#### *Specifiche meccaniche*

- Brandeggio carrellata continua a 360° (PAN);  
-5° + 90° dal piano orizzontale (TILT);
- Velocità di brandeggio variabile;
- Precisione preposizionamento +/- 0.5°.

#### *Condizioni operative*

- Umidità relativa da 0 a 90% senza condensa, non condensante
- Protezione IP66;
- Temperatura di esercizio -40 °C – +50 °C.

#### *Specifiche generiche*

- Alimentazione 12– 28 Vac, 50/60Hz, 45 W (telecamera + riscaldatore);
- Dati di controllo RS232 o RS485;
- Ingressi di allarme programmabili;

- Custodia robusta, resistente agli agenti atmosferici,  
colore bianco
- Certificazioni e Approvazioni CE.

#### 2.1.3.1.3. *Apparato di Codifica Video MPEG-4 per sistema TVCC*

L'unità di codifica video digitale deve essere un prodotto compatto e completo di tutte le funzionalità di codifica e di rete. In particolare, deve essere una soluzione embedded sviluppata specificatamente per la codifica di segnali video di qualità televisiva su rete IP. L'unità di codifica deve poter ospitare uno o due encoder per segnali video indipendenti.

L'encoding MPEG-4 standard deve essere realizzato in hardware mediante l'utilizzo di chip dedicati, performanti ed affidabili.

Le unità Encoder devono assicurare il massimo della configurabilità e modularità. Devono essere in grado di gestire diversi protocolli di comunicazione e trasmettere comandi di brandeggio a differenti tipi di telecamere, devono consentire la selezione del rapporto di compressione delle immagini, garantire la gestione completa delle telecamere con eventuali preset, controlli di movimento, fuoco, zoom e iris con modalità joystick (integrando la consolle proprietaria del sistema) o tramite mouse.

Le caratteristiche minime garantite devono essere le seguenti:

- video di alta qualità per applicazioni con esigua larghezza di banda;
- supporto standard MPEG-4 ISMA per interoperabilità;
- supporto standard RTP/RTSP/RTCP;
- server RTSP integrato;
- streaming video unicast e multicast;
- codifica del segnale video configurabile da 64 Kbps a 2 Mbps;
- risoluzione video customizzabile;
- supporto di 30 fps per video di alta qualità;
- Bit rate e frame rate variabili;
- interoperabilità con decodificatori MPEG-4 hardware, decodificatori software proprietari e di terze parti;
- web server integrato per la configurazione e la gestione;

- configurazione, gestione e manutenzione da remoto;
- monitoraggio via SNMP;
- elevata affidabilità, non basato su architettura PC.

#### *Specifiche tecniche*

- Video Standard MPEG-4 ISO/IEC 14496-2;
- Simple Profile: L1 fino a 64 kbps, L2 fino a 128 kbps, L3 fino a 384 kbps, custom fino a 2 Mbps;
- Frame rate fino a 30 fps;
- Risoluzione Video CIF (352x288), QCIF (176x144);
- Data Rate da 8 kbps a 2 Mbps;
- Protocolli di rete TCP, IP, UDP, RTP, RTSP, RTCP, DHCP, HTTP, SNMP, Diff Serv (QoS).

#### *Specifiche Interfacce*

- Ingresso videosegnale composito NTSC – PAL, coax 75 Ohm;
- Porta di gestione porta seriale per la gestione locale o il trasporto dati;
- Porta di controllo seriale per il trasporto dati;
- Interfaccia di rete 10/100 Mbps Ethernet, autosensing, halfduplex, connettore RJ45;

#### *Specifiche generiche*

- Pannello di controllo stato alimentazione, attività e connessione di rete
- Alimentazione da 100 a 240 Vac, 50-60 Hz
- Certificazioni e Approvazioni CE

#### 2.1.3.1.4. *Palo*

Il palo di sostegno della telecamera deve essere conico a sezione poligonale, ricavato da lamiera di acciaio S335JR (Fe 510B) in conformità alla norma

UNI EN 10025, formata a freddo mediante pressopiegatura e saldata longitudinalmente.

Il palo deve essere realizzato in n.2 tronchi da assemblare in sito mediante sovrapposizione ad incastro (slip on joint).

Il procedimento di saldatura dovrà essere del tipo GMAW effettuato nel rispetto delle specifiche (WPS) in conformità alla norma UNI EN 288-2 e qualificato (WPAR) secondo la norma UNI EN 288-3. A questo proposito Il procedimento dovrà essere eseguito da operatori di saldatura qualificati e patentati in conformità alle norme UNI EN 1418 e UNI EN 287-1.

Il palo deve essere predisposto per il fissaggio alla fondazione mediante una flangia saldata alla base.

Il palo deve avere un'altezza pari a 15 metri fuori terra e una deformazione in sommità al massimo di 7,5 cm con vento costante a 100 km/h.

#### 2.1.3.1.5. *Plinto*

Fare riferimento alla Relazione di Calcolo.

#### 2.1.3.1.6. *Armadio TVCC*

Armadio TVCC, rispondente alle specifiche indicate negli elaborati di progetto, completo di tutte le apparecchiature indicate negli schemi, compreso i raccordi alle canalizzazioni in tubo o in canaletta sia in arrivo che in partenza, messa a terra, cablaggi, basamento di sopralzo di almeno 30 cm sul plinto di fondazione del palo, ed ogni onere e accessorio per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

La composizione dell'armadio deve essere la seguente:

- n° 1 Telaio porta-apparecchiature modulari rack 10+10 HE 704x1294x275 mm;
- n°1 Armadio stradale in SMC per telai rack 10+10 HE 860x1394x450;
- n° 1 Pannello rack per apparecchiature modulari 24 moduli 4 HE 490x177 mm;
- n°1 Custodia portaschede formato A4 per armadi stradali;
- n.1 Telaio per ancoraggio a pavimento piedistalli 195x400 mm, in acciaio zincato;

- n° 1 Serratura azionabile con chiave di sicurezza per armadi stradali;
- n° 1 Striscia di alimentazione con n. 9 prese multistandard esecuzione frontale rack 19" 2 HE;
- n° 4 Sezionatore portafusibili 2P 32A 400V fusibili 16A;
- n° 6 Interruttore automatico magnetotermico differenziale 2P 16A 10kA curva C id=30mA AC;
- n.6 Interruttore automatico magnetotermico P+N 6A curva C;
- n.1 Armadio rack - Ventilatore assiale 108 m3/h;
- n.2 Ripiano a mensola da rack 10".

#### 2.1.3.1.7. *Box di terminazione ottica*

Box di terminazione compatto (da poter fissare a parete), modulare, in grado di ospitare un patch panel ottico completo di 8 bussole e 8 semibretelle SC. Il box deve offrire la protezione meccanica e ambientale sia per le fibre, sia per i componenti e deve consentire un accesso appropriato ai connettori.

*Specifiche tecniche minime:*

- Accesso facilitato e strutturato.
- Completo di cartolina/e di giunzione preinstallata/e, tubetto di protezione fibra e patch panel per 8 connettori.
- Predisposizione dei percorsi cavi loose contenenti le fibre ottiche.
- Grado di protezione IP55.
- Rivestimento resistente agli UV e cabinet low smoke zero halogen.

#### 2.1.3.1.8. *Cavo precomposto*

Per il collegamento degli apparati di ripresa deve essere previsto un cavo di tipo precomposto per la trasmissione del segnale video, alimentazione, sincronismo e servizi.

Il cavo deve rispettare le norme CEI 20-11 (isolanti e guaine), CEI 20-35 (solo per la guaina) e CEI 20-22 II (solo per la guaina), CEI 20-52.

Costituzione del cavo:

- n.1 cavo coassiale RG59 per segnale video;
- n.3 conduttori di sezione 1,5 mmq per alimentazione e collegamento di terra;
- n. 2 coppie twistate con diametro di 0,6 mm per dati.

#### 2.1.3.1.9. *Bretella ottica monomodale di permuta monofibra*

Bretella ottica realizzata con cavo in fibra monomodale 9/125 µm, di varia lunghezza, terminata ad ambedue i lati con un connettore SC, ST o da un lato con connettore SC e dall'altro con connettore ST. Il materiale di rivestimento deve essere costituito da una guaina LSOH.

#### 2.1.3.2. *Modalità di esecuzione delle opere*

##### 2.1.3.2.1. *Generalità*

Per quanto concerne l'installazione degli apparati, la realizzazione delle terminazioni, la tipologia di cavi, connettori e strisce da utilizzare, la metodologia di cablaggio, ecc... si deve fare riferimento a quanto riportato nel presente e nei negli altri documenti di progetto, nonché alle normative tecniche di pertinenza ai manuali di installazione, alle specifiche indicazioni dei costruttori e alle indicazioni impartite dalla Direzione Lavori.

##### 2.1.3.2.2. *Telecamera*

La custodia, contenente la telecamera deve essere fissata, con una idonea staffa di ancoraggio, alla struttura del pannello a messaggio variabile (la zona deve essere indicata dalla Direzione Lavori) o al palo di sostegno quando previsto.

Devono essere realizzati, a questo punto, tutti i cablaggi necessari sia elettrici, sia video che dati con gli apparati previsti o nello shelter a servizio del pannello a messaggio variabile, o negli armadietti stradali, o nei locali della stazione di controllo. Nel caso che l'installazione avvenga sulla struttura dei PMV i cavi devono essere posati all'interno delle rispettive canalette energia e dati presenti nella struttura del PMV stesso. Nel caso che detta infrastruttura risulti insufficiente o non idonea deve essere realizzata una nuova canalizzazione seguendo le indicazioni della Committente o della Direzione Lavori. Negli eventuali passaggi fra canalizzazioni non protette devono essere realizzati idonei raccordi o quanto meno i cavi devono essere fatti transitare in tubi corrugati. Quando necessario l'Impresa deve fornire in opera cavi di collegamento dotati di guaine di rivestimento ad alto isolamento 0.6/1kV, da esterno e resistenti agli agenti atmosferici e all'irraggiamento solare.

Infine, se necessarie, devono essere realizzate le configurazioni e personalizzazioni finalizzate ad un corretto funzionamento dell'apparato richieste dalla Committente o dalla Direzione Lavori.

Deve essere utilizzata idonea piattaforma aerea per la posa dell'apparato di ripresa.

#### 2.1.3.2.3. *Apparati attivi di rete*

Ogni apparato attivo deve essere installato in modo idoneo all'interno degli armadi rack 19" predisposti, quando previsto, o posizionato nei locali atti ad ospitarli. Dovranno, altresì, essere installati gli eventuali moduli opzionali previsti.

Ogni apparato dovrà essere connesso in modo opportuno alla rete dati e all'alimentazione elettrica e, quando previsto, con le gli altri dispositivi di nuova posa ed esistenti.

Una volta installati e connessi correttamente, dovrà essere eseguita l'installazione e la relativa configurazione sia del software di base, comprensivo di sistema operativo se non presente, sia del software applicativo fornito. In particolare devono essere realizzate le configurazioni e personalizzazioni finalizzate ad un corretto funzionamento dell'apparato richieste dalla Committente o dalla Direzione Lavori.

#### 2.1.3.2.4. *Palo e armadio TVCC*

È inclusa dal presente progetto la fornitura ed il trasporto a piè d'opera di tutte le parti strutturali del palo. Per prima cosa dovrà essere realizzato il plinto di fondazione seguendo il disegno dello stesso.

La posa in opera del palo su plinto predisposto avverrà secondo il seguente ordine cronologico:

1. Assemblaggio dei n.2 tronchi del palo mediante sovrapposizione ad incastro (slip on joint).
2. Innalzamento palo: sollevamento della struttura e suo posizionamento in prossimità del plinto.
3. Posizionamento del palo:
  - (i) Movimentazione del palo e suo posizionamento sui tirafondi predisposti;
  - (ii) Serraggio dei bulloni;

4. Installazione dell'armadio TVCC, descritto precedentemente, collocato sul plinto di fondazione e posa in opera delle sbarre di protezione intorno al perimetro dell'impianto realizzato ad esclusione del lato frontale dell'armadio.

**2.1.3.2.5. *Installazione del box/cassetto ottico***

Fissaggio del box/cassetto ottico all'interno rispettivamente dell'armadietto stradale TVCC o nell'armadio metallico a rack 19”.

**2.1.3.2.6. *Giunzione del cavo ottico a 8 semibretelle con connettore SC/ST***

Il cavo a fibre ottiche deve essere giuntato a 8 semibretelle connettorizzate ad una estremità con connettore SC/ST.

L'operazione consiste nelle seguenti fasi: taglio di 4 bretelle SC/ST monofibra di lunghezza 6 m (dalle caratteristiche indicate in articolo precedente) per ottenere 8 semibretelle di lunghezza pari a 3 m; giunzione delle 8 semibretelle, tramite tecnica di giunzione a fusione, alle fibre del cavo ottico e protezione della zona di giunzione con idoneo tubetto.

Le semibretelle giuntate al cavo devono essere successivamente sistemate su idoneo organizer e attestate alle bussole SC/ST del box/cassetto ottico.

**2.1.3.2.7. *Cavi***

La posa dei cavi deve essere effettuata rispettando le indicazioni sul raggio minimo di curvatura ed evitando trazioni eccedenti come indicato dalle caratteristiche tecniche del cavo stesso o dalla categoria del cablaggio. Questo al fine di non compromettere la corretta geometria dei conduttori e quindi le caratteristiche del cavo stesso.

Il cavo deve essere attestato, quando previsto, agli idonei connettori e successivamente collegato ai vari apparati.

I cavi devono essere fatti transitare nelle apposite guide cavi quando presenti e comunque avendo cura di non lacerare il rivestimento esterno.

**2.1.3.3. *Precollauda e collauda***

**2.1.3.3.1. *Scopo***

Lo scopo del collauda è quello di verificare il buon funzionamento e la corretta installazione dell'impianto, l'esercibilità dello stesso, il suo corretto

inserimento nella rete di telecomunicazioni prevista, nonché la sua rispondenza agli standard, alle normative e al progetto definitivo.

Il collaudo deve essere effettuato mediante la definizione e l'esecuzione di misure e ispezioni visive sui vari componenti del sistema.

#### *2.1.3.3.2. Generalità*

Prima di procedere ai test di collaudo e di accettazione specificati nel seguito, l'installazione del sistema deve essere completa, in ogni sua parte ed in ogni sito.

L'Impresa appaltatrice dovrà poi sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori un dettagliato programma dei test che intende eseguire sul sistema installato. Tali test devono essere eseguiti in due fasi distinte:

- una cosiddetta di precollaudo, a cura dell'Impresa appaltatrice;
- l'altra, di collaudo, eseguita sempre dall'Impresa appaltatrice, ma alla presenza di un collaudatore nominato dalla Committente, che deve avere lo scopo di verificare a campione i risultati di alcuni test già eseguiti dall'Impresa appaltatrice in fase di precollaudo e adeguatamente documentati.

Nel precollaudo, tutte le misure e le ispezioni visive devono essere eseguite per ciascun apparato e modulo di nuova fornitura.

Al termine delle operazioni di collaudo, deve essere prodotta la documentazione necessaria per la presa in carico del sistema da parte della Committente e per la sua successiva manutenzione.

Infine, l'Impresa appaltatrice deve essere responsabile degli eventuali inconvenienti che dovessero verificarsi sull'impianto prima del collaudo e, all'occorrenza di tali inconvenienti, deve provvedere alla regolarizzazione degli impianti stessi a sua cura e spese, entro i termini previsti per l'esecuzione del collaudo medesimo.

#### *2.1.3.3.3. Misure ed ispezioni visive di collaudo*

Il collaudo deve verificare i seguenti fattori sostanziali:

- completezza della fornitura;
- qualità delle apparecchiature fornite;
- corretta installazione;
- funzionalità dell'impianto.

Per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto, per verificare il corretto funzionamento dei singoli componenti del sistema, devono essere effettuati test su:

- prove su unità di ripresa: verifica della tensione di alimentazione, verifica del campo visivo della telecamera, verifica delle funzionalità di brandeggio e zoom, verifica visiva della qualità dell'immagine, verifica dei livelli del segnale video, verifica della configurazione e delle impostazioni e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori;
- prove su unità di codifica: prove di comunicazione, verifica delle segnalazioni, verifica della configurazione, prove di visualizzazione di flussi video codificati e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori;
- prove su unità di analisi dei flussi video: prove di acquisizione di immagini video dalle telecamere periferiche, prove di registrazione di flussi video, prove di comunicazione, verifica della configurazione, prove di elaborazione immagini ed esecuzione dell'algoritmo di rilevamento al fine di generare degli allarmi e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori;
- prove su server e workstation: verifica delle configurazioni e impostazioni, verifica delle funzionalità, prove di visualizzazione, prove di comunicazione e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori.

Per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto, per verificare il corretto funzionamento del sistema, verranno effettuati test su:

- verifica del richiamo delle immagini dall'applicativo della postazione operatore (in tempo reale e registrate), verifica delle operazioni remote di brandeggio e zoom, prove di visualizzazione su postazioni intranet e verifica degli accessi secondo profilo utente, prove di gestione dei monitor di visualizzazione, verifica dell'allarmistica di sistema e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori.

#### *2.1.3.3.4. Modalità operative*

Prima dell'effettuazione del collaudo, l'Impresa appaltatrice deve fornire alla Committente la documentazione di seguito elencata:

- As-built del sistema;
- lo schema logico del sistema;
- lo schema dei collegamenti dell'impianto;

- lo schema degli armadi di contenimento degli apparati;
- lo schema dell'equipaggiamento di tutti gli apparati;
- lo schema dei cablaggi dei dispositivi;
- layout dei locali dove sono installati i componenti del sistema con indicazione degli apparati e degli accessori;
- la documentazione tecnica dei dispositivi, dei materiali e degli accessori forniti in opera;
- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati (L.46/90);
- la scheda attestante i risultati delle misure e delle ispezioni visive eseguite nel precollaudo di ogni sito.

I termini di esecuzione del collaudo saranno concordati fra il Collaudatore, all'uopo nominato dalla Committente e l'Impresa appaltatrice. A collaudo effettuato con esito favorevole, il Collaudatore autorizzerà la liquidazione del conto finale dei lavori in oggetto. In caso di collaudo con esito non favorevole, la risoluzione delle anomalie riscontrate dovrà essere effettuata entro i limiti stabiliti dal Collaudatore. Inoltre, a seguito di formale segnalazione da parte del Collaudatore medesimo, la Committente non darà luogo alla liquidazione relativa al conto finale, fino al successivo invio dello stesso verbale di collaudo comprovante l'avvenuta rimozione delle irregolarità precedentemente riscontrate e quindi l'esito positivo.

#### *2.1.3.3.5. Adempimenti dell'impresa appaltatrice*

Per tutta la durata del collaudo, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a garantire la presenza di personale responsabile in grado di prendere provvedimenti a seguito di eventuali rilievi mossi dal Collaudatore; la mancanza di tale requisito precluderà l'avvio delle operazioni di collaudo.

L'Impresa appaltatrice sarà inoltre tenuta a fornire a sue spese: mezzi, personale, attrezzi e strumentazione necessari per tutto il tempo di esecuzione del collaudo.

Gli oneri relativi all'impiego, da parte della Committente, di personale e mezzi per l'esecuzione di un collaudo risultato negativo, saranno a carico dell'Impresa appaltatrice.

#### *2.1.3.3.6. Determinazione del campione da sottoporre al collaudo*

La consistenza degli apparati, degli accessori e la percentuale dell'installato da sottoporre al collaudo saranno definiti sulla base delle misure di precollaudo.

Esso non dovrà comunque essere inferiore al 30%. Le funzionalità del sistema centrale, comprese le unità di analisi, il server di comunicazione e la workstation saranno invece collaudate al 100%.

Un dettagliato programma di test deve essere sottoposto e approvato dalla Direzione Lavori.

#### 2.1.3.3.7. *Criteria di accettazione e di rifiuto del collaudo*

L'esito del collaudo si definirà positivo quando tutte le misure e le ispezioni visive eseguite risulteranno conformi alle specifiche tecniche richieste. La formalizzazione dell'esito positivo del collaudo avverrà mediante la firma e la consegna del verbale di collaudo.

L'esito del collaudo si definirà negativo quando almeno una delle misure e/o delle ispezioni visive previste darà esito negativo. Tale evenienza dovrà essere notificata per iscritto dal Collaudatore all'Impresa appaltatrice e, successivamente, dovranno essere concordati i termini per la regolarizzazione delle anomalie riscontrate e fissata la data del nuovo collaudo. Il nuovo campione da sottoporre al collaudo dovrà essere quantitativamente equivalente a quello precedentemente scelto.

Infine, nel caso in cui i valori rilevati in sede di collaudo, pur rientrando nei limiti di accettazione, si discostassero da quelli delle misure di precollaudo ben oltre la tolleranza strumentale dichiarata dalla casa costruttrice degli strumenti, determinando così una perdita di affidabilità delle misure di precollaudo stesse, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a rieseguire a sue spese le misure di precollaudo. In tale caso il collaudo dovrà essere sospeso fino alla presentazione delle nuove misure di precollaudo.

### 2.1.4. Sottosistema AID

#### 2.1.4.1. *Qualità e provenienza delle apparecchiature e dei componenti*

##### 2.1.4.1.1. *Generalità*

L'impresa installatrice deve realizzare un sistema a regola d'arte, in particolare deve fornire in opera una soluzione in grado di garantire alla Committente l'affidabilità, l'espandibilità e la manutenibilità del sistema.

L'affidabilità del sistema deve essere garantita a tutti i livelli, dalla componentistica elettronica agli applicativi di gestione.

La soluzione deve consentire un certo grado di espandibilità sia in termini di rete sia in termini di singoli apparati.

Le apparecchiature devono rispettare tutte le Norme, i Decreti e le Leggi dello Stato ad esse inerenti ed, inoltre, tutte le normative di riferimento relative alla categoria di appartenenza.

#### 2.1.4.1.2. Telecamera a colori per AID

La telecamera a servizio del sistema AID deve essere di tipo fisso e possedere le seguenti caratteristiche minime:

<i>Dispositivo di immagine</i>	Sensore CCD a trasferimento di linea, formato immagine da 1/3"
<i>Elementi dell'immagine effettivi</i>	752 (orizzontale) x 582 (verticale)
<i>Montaggio ottica</i>	Attacco C/CS
<i>Sistema di segnali</i>	A colori PAL
<i>Sistema sincronizzazione</i>	Line Lock e/o interno selezionabile
<i>Risoluzione orizzontale</i>	470 righe TV
<i>Illuminazione minima scena (89% di luce riflessa dalla scena)</i>	0,3 lux, F/1,2 (30 IRE) 0,65 lux, F/1,2 (50 IRE) 2,6 lux, F/1,2 (1Vpp)
<i>Uscita video</i>	Connettore BNC, Video composito 1.0Vpp, 75 Ohm;
<i>Uscita Y/C</i>	Y: 1 Vpp, 75 Ohm C: 0,3 Vpp, 75 Ohm
<i>Video S/N</i>	50 dB
<i>Otturatore elettronico</i>	Da 1/50 a 1/125000 sec.
<i>Bilanciamento del bianco</i>	Rilevamento automatico (2500 – 9000k)
<i>Controllo Automatico del guadagno</i>	ON/OFF selezionabile
<i>Alimentazione e Potenza assorbita</i>	CA 24 V - DC 12 V (50Hz) – 4W
<i>Temperatura di esercizio</i>	Da -10°C a +50°C
<i>Umidità di esercizio</i>	Da 20 a 80%
<i>Correzione dell'apertura</i>	Simmetrica orizzontale e verticale
<i>Compensazione del controllo luce</i>	Ponderazione finestra centrale
<i>Immunità EMC</i>	Conforme ad EN50130-4
<i>Emissioni EMC</i>	Conforme a EN505022 classe B
<i>Sicurezza</i>	EN60065
<i>Funzione "Auto Black"</i>	Si, per migliorare il contrasto rimuovendo l'effetto velato dell'immagine
<i>Compensazione controllo luce</i>	On/Off

La fornitura in opera della telecamera deve essere completa di alimentatore, con il relativo collegamento, da installare in manufatto predisposto con le seguenti caratteristiche:

- ingresso nominale: 220–240 VAC, 50/60 Hz
- uscita nominale: VDC o VCA compatibile con l'ingresso della telecamera
- Ingresso: Cavo a 2 fili con presa, almeno 2 m

- Uscita: Terminali a vite
- Sicurezza: CE

Inoltre la telecamera deve essere interconnessa con cavo coassiale RG59 all'encoder.

### **Ottica/Obiettivo**

L'obiettivo deve offrire un'ottima qualità ottica dovuta ad elevati standard di risoluzione, di riproduzione del contrasto e di rivestimento. L'obiettivo, inoltre deve possedere le seguenti caratteristiche minime:

- Formato immagine: 1/3"
- Lunghezza focale: 5 – 50 mm
- Intervallo iris: da F1,4 a 185
- Intervallo messa a fuoco: 1 m
- Distanza messa a fuoco posteriore: 10,05 mm
- Attacco obiettivo: CS
- Angolo visione Grandangolo: 5,3 x 40,1
- Angolo visione Telezoom: 5,3 x 4,1
- Controllo iris: controllo CC a 4 piedini
- Controllo messa a fuoco: Manuale
- Controllo zoom: Manuale
- Temperatura di esercizio: da -10°C a + 50°C
- Umidità di esercizio: fino al 93% senza condensa
- Certificazione: CE

### **Custodia**

La custodia deve essere progettata per dare il massimo di protezione alle telecamere e quindi deve essere costruita con materiali scelti e trattata con le tecniche più moderne per evitare il più possibile gli attacchi degli agenti atmosferici. In particolare la custodia in policarbonato deve possedere un grado di protezione almeno IP66 ed essere completa di tettuccio, riscaldatore (12 Vdc o 24 Vac) con alimentatore e cavi di collegamento

elettrico inclusi e staffa a colonna con snodo di alluminio per fissaggio custodia su struttura predisposta.

#### 2.1.4.1.3. *Armadio dati rack 19"*

Armadio metallico componibile almeno delle dimensioni di 600x600 mm e di altezza pari a 2000 mm (42 unità utili). La struttura interna deve essere equipaggiata con profilati in lamiera di acciaio o estruso di alluminio per fissaggi a 19". L'armadio deve essere realizzato con pannelli laterali asportabili senza chiave (chiusura rapida) o se necessario, in alternativa, con serratura con chiave, porta anteriore trasparente con vetro di sicurezza apribile con maniglia girevole dotata di chiave. L'armadio deve essere completo di zoccolo con feritorie di aerazione, ingresso cavi dal basso, unità passacavi, un ripiano di appoggio, sistema di ventilazione da installare sul tetto, ciabatta di alimentazione equipaggiata con almeno 7 prese universali, con interruttore luminoso e termoregolatore digitale per il controllo e visualizzazione della temperatura interna dell'armadio stesso (portata minima da +10° a +55°C). L'armadio deve essere fornito completo di tutti gli accessori per una sua corretta messa a terra. A questo proposito tutte le parti metalliche dell'armadio devono essere dotate di idonei punti di messa a terra.

#### 2.1.4.1.4. *Apparato di analisi dei flussi video*

Apparato modulare in formato subrack nel quale è possibile inserire fino ad 8 unità di analisi dei flussi video, 1 unità di alimentazione. Ciascuna unità di analisi dei flussi video è in grado di:

- Acquisire le immagini video, provenienti dagli apparati di ripresa, codificarle MPEG-4 e generare uno streaming video real time da distribuire in rete.
- Elaborare i fotogrammi ed eseguire l'algoritmo di rilevazione in modo da poter generare eventuali allarmi.
- Operare una breve registrazione dell'evento (anomalia del flusso di traffico o incidente) su memoria non volatile. L'apparato memorizza i fotogrammi di ogni telecamera per un tempo selezionabile. Nel momento in cui viene rilevato un evento, il dispositivo genera una sequenza video con i fotogrammi antecedenti e con quelli acquisiti, in un tempo selezionabile, successivamente all'istante in cui si è verificato l'evento stesso. La durata della registrazione antecedente e successiva al verificarsi dell'evento può essere modificata.
- Inviare le informazioni, gli allarmi, i dati di traffico al Sistema di Gestione.

Dimensioni	135x485x240 mm (axbxc)
Alimentazione	100/240 Vca, 65W
Temperatura di esercizio	-34°C - +74°C
EMC	EN55022, EN50082-2 Industriale

Il tempo di vita atteso è di 20 anni.

Relativamente all'MTTR il tempo è di 1 ora.

Il SW di gestione Sistema AID Risiede sul server centrale e utilizza interfacce user-friendly ed è in grado sia di inviare i dati ad una o più workstation di gestione, sia ricevere dati dalle stesse workstation di gestione e dagli apparati di analisi dei flussi video (da questi ultimi, ad esempio, le sequenze video relative ad un evento sono scaricate automaticamente sul server). Sul server sarà installato e configurato idoneo software applicativo. Sarà realizzata una idonea interfaccia verso il sistema di supervisione centrale da attivare e gestire sul server.

#### 2.1.4.1.5. *Armadio stradale per installazioni in galleria*

Nelle installazioni in galleria è previsto l'utilizzo di armadi da esterno a singolo vano, installati a pavimento, di dimensioni utili di 1115x1245x320 mm (lxhxc). Ogni armadio è internamente cablato, e predisposto per contenere fino a 8 moduli di analisi video per altrettante telecamere di ripresa, è dotato di sistema di ventilazione, di morsettiere di collegamento telecamere, completo di rack per l'inserimento delle unità di analisi flussi video, unità di gestione, unità di alimentazione, subrack per alloggiamento di 8 schede MPEG-4, predisposto per alloggiamento di cassetto ottico e switch Ethernet.

#### 2.1.4.1.6. *Cavo precomposto con coassiale RG59/RG11*

Per il collegamento degli apparati di ripresa deve essere previsto un cavo di tipo precomposto per la trasmissione del segnale video, alimentazione, sincronismo e servizi.

Il cavo deve rispettare le norme CEI 20-11 (isolanti e guaine), CEI 20-35 (solo per la guaina) e CEI 20-22 II (solo per la guaina), CEI 20-52.

Costituzione del cavo:

- n.1 cavo coassiale RG59 per segnale video (nelle installazioni in galleria è richiesto l'utilizzo di cavo RG11);
- n.3 conduttori di sezione 1,5 mm<sup>2</sup> per alimentazione e collegamento di terra;
- n. 2 coppie twistate con diametro di 0,6 mm per dati.

#### **2.1.4.2. Modalità di esecuzione delle opere**

##### **2.1.4.2.1. Generalità**

Per quanto concerne l'installazione degli apparati, la realizzazione delle terminazioni, la tipologia di cavi, connettori e strisce da utilizzare, la metodologia di cablaggio, ecc... si deve fare riferimento a quanto riportato nel presente e nei negli altri documenti di progetto, nonché alle normative tecniche di pertinenza ai manuali di installazione, alle specifiche indicazioni dei costruttori e alle indicazioni impartite dalla Direzione Lavori.

##### **2.1.4.2.2. Armadio dati rack 19"**

Gli armadi dovranno essere posizionati nei siti descritti nel documento "Descrizione lavorazioni".

Tutte le parti metalliche all'interno dell'armadio devono essere in continuità elettrica, in caso contrario devono essere realizzati tali collegamenti di continuità con idonei cavetti. Deve essere realizzato il collegamento di terra tra l'armadio e un punto di terra elettrica.

Deve essere fissata la ciabatta di alimentazione all'interno dell'armadio e realizzato il collegamento elettrico di quest'ultima con il quadro elettrico per mezzo di idoneo cavo. Allo stesso modo deve essere collegato all'alimentazione elettrica il sistema di ventilazione e il termoregolatore digitale.

##### **2.1.4.2.3. Cavi**

La posa dei cavi deve essere effettuata rispettando le indicazioni sul raggio minimo di curvatura ed evitando trazioni eccedenti come indicato dalle caratteristiche tecniche del cavo stesso o dalla categoria del cablaggio. Questo al fine di non compromettere la corretta geometria dei conduttori e quindi le caratteristiche del cavo stesso.

Il cavo deve essere attestato, quando previsto, agli idonei connettori e successivamente collegato ai vari apparati.

I cavi devono essere fatti transitare nelle apposite guide cavi quando presenti e comunque avendo cura di non lacerare il rivestimento esterno.

#### *2.1.4.2.4. Apparato di ripresa*

La telecamera, equipaggiato di obiettivo, deve essere installata all'interno della custodia. Quest'ultima, a sua volta, deve essere fissata con una idonea staffa di ancoraggio alla struttura del pannello a messaggio variabile in corrispondenza del montante verticale. La telecamera deve essere orientata e configurata verso la zona da monitorare.

Devono essere realizzati, a questo punto, tutti i cablaggi necessari sia elettrici che video con gli apparati previsti nello shelter a servizio del pannello a messaggio variabile. I cavi devono essere posati all'interno delle rispettive canalette energia e dati presenti nella struttura del PMV. Nel caso che detta infrastruttura risulti insufficiente o non idonea deve essere realizzata una nuova canalizzazione seguendo le indicazioni della Committente o della Direzione Lavori. Negli eventuali passaggi fra canalizzazioni non protette devono essere realizzati idonei raccordi o quanto meno i cavi devono essere fatti transitare in tubi corrugati. Quando necessario l'Impresa deve fornire in opera cavi di collegamento dotati di guaine di rivestimento ad alto isolamento 0.6/1kV, da esterno e resistenti agli agenti atmosferici e all'irraggiamento solare.

Infine, se necessarie, devono essere realizzate le configurazioni e personalizzazioni finalizzate ad un corretto funzionamento dell'apparato richieste dalla Committente o dalla Direzione Lavori.

Deve essere utilizzata idonea piattaforma aerea per la posa dell'apparato di ripresa.

#### *2.1.4.2.5. Apparati attivi di rete*

Ogni apparato attivo deve essere installato in modo idoneo all'interno degli armadi rack 19" predisposti, quando previsto, o posizionato nei locali atti ad ospitarli. Dovranno, altresì, essere installati gli eventuali moduli opzionali previsti.

Ogni apparato dovrà essere connesso in modo opportuno alla rete dati e all'alimentazione elettrica e, quando previsto, con le gli altri dispositivi di nuova posa ed esistenti.

Una volta installati e connessi correttamente, dovrà essere eseguita l'installazione e la relativa configurazione sia del software di base, comprensivo di sistema operativo se non presente, sia del software

applicativo fornito. In particolare devono essere realizzate le configurazioni e personalizzazioni finalizzate ad un corretto funzionamento dell'apparato richieste dalla Committente o dalla Direzione Lavori.

### **2.1.4.3. Precollaudo e collaudo**

#### **2.1.4.3.1. Scopo**

Lo scopo del collaudo è quello di verificare il buon funzionamento e la corretta installazione dell'impianto, l'esercibilità dello stesso, il suo corretto inserimento nella rete di telecomunicazioni prevista, nonché la sua rispondenza agli standard, alle normative e al progetto definitivo.

Il collaudo deve essere effettuato mediante la definizione e l'esecuzione di misure e ispezioni visive sui vari componenti del sistema.

#### **2.1.4.3.2. Generalità**

Prima di procedere ai test di collaudo e di accettazione specificati nel seguito, l'installazione del sistema deve essere completa, in ogni sua parte ed in ogni sito.

L'Impresa appaltatrice dovrà poi sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori un dettagliato programma dei test che intende eseguire sul sistema installato. Tali test devono essere eseguiti in due fasi distinte:

- una cosiddetta di precollaudo, a cura dell'Impresa appaltatrice;
- l'altra, di collaudo, eseguita sempre dall'Impresa appaltatrice, ma alla presenza di un collaudatore nominato dalla Committente, che deve avere lo scopo di verificare a campione i risultati di alcuni test già eseguiti dall'Impresa appaltatrice in fase di precollaudo e adeguatamente documentati.

Nel precollaudo, tutte le misure e le ispezioni visive devono essere eseguite per ciascun apparato e modulo di nuova fornitura.

Al termine delle operazioni di collaudo, deve essere prodotta la documentazione necessaria per la presa in carico del sistema da parte della Committente e per la sua successiva manutenzione.

Infine, l'Impresa appaltatrice deve essere responsabile degli eventuali inconvenienti che dovessero verificarsi sull'impianto prima del collaudo e, all'occorrenza di tali inconvenienti, deve provvedere alla regolarizzazione degli impianti stessi a sua cura e spese, entro i termini previsti per l'esecuzione del collaudo medesimo.

#### 2.1.4.3.3. *Misure ed ispezioni visive di collaudo*

Il collaudo deve verificare i seguenti fattori sostanziali:

- completezza della fornitura;
- qualità delle apparecchiature fornite;
- corretta installazione;
- funzionalità dell'impianto.

Per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto, per verificare il corretto funzionamento dei singoli componenti del sistema, devono essere effettuati test su:

- prove su unità di ripresa: verifica della tensione di alimentazione, verifica del campo visivo della telecamera, verifica visiva della qualità dell'immagine, verifica dei livelli del segnale video, verifica della configurazione e delle impostazioni e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori;
- prove su unità di analisi dei flussi video: prove di acquisizione e di visualizzazione di immagini video provenienti dalle telecamere, prove di registrazione di flussi video, prove di comunicazione, verifica della configurazione, prove di elaborazione immagini ed esecuzione dell'algoritmo di rilevamento al fine di generare degli allarmi e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori;
- prove su server di comunicazione e workstation di gestione: verifica delle configurazioni e impostazioni, verifica delle funzionalità di base, prove di visualizzazione, prove di comunicazione, prove di configurazione degli apparati di analisi dei flussi video e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori.

Per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto, per verificare il corretto funzionamento del sistema, verranno effettuati test su:

- verifica del recupero di sequenze video registrate o parti di esse, prove di visualizzazione di immagini in tempo reale e registrate, verifica dell'allarmistica di sistema, prove di variazione dei parametri del sistema, verifica delle funzionalità delle interfacce di supervisione, verifica degli accessi secondo profilo utente e quanto altro richiesto dalla Direzione Lavori.

#### 2.1.4.3.4. *Modalità operative*

Prima dell'effettuazione del collaudo, l'Impresa appaltatrice deve fornire alla Committente la documentazione di seguito elencata:

- As-built del sistema;
- lo schema logico del sistema;
- lo schema dei collegamenti dell'impianto;
- lo schema degli armadi di contenimento degli apparati;
- lo schema dell'equipaggiamento di tutti gli apparati;
- lo schema dei cablaggi dei dispositivi;
- layout dei locali dove sono installati i componenti del sistema con indicazione degli apparati e degli accessori;
- la documentazione tecnica dei dispositivi, dei materiali e degli accessori forniti in opera;
- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati (D.M. 37/08);
- la scheda attestante i risultati delle misure e delle ispezioni visive eseguite nel precollaudo di ogni sito.

I termini di esecuzione del collaudo saranno concordati fra il Collaudatore, all'uopo nominato dalla Committente e l'Impresa appaltatrice. A collaudo effettuato con esito favorevole, il Collaudatore autorizzerà la liquidazione del conto finale dei lavori in oggetto. In caso di collaudo con esito non favorevole, la risoluzione delle anomalie riscontrate dovrà essere effettuata entro i limiti stabiliti dal Collaudatore. Inoltre, a seguito di formale segnalazione da parte del Collaudatore medesimo, la Committente non darà luogo alla liquidazione relativa al conto finale, fino al successivo invio dello stesso verbale di collaudo comprovante l'avvenuta rimozione delle irregolarità precedentemente riscontrate e quindi l'esito positivo.

#### *2.1.4.3.5. Adempimenti dell'impresa appaltatrice*

Per tutta la durata del collaudo, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a garantire la presenza di personale responsabile in grado di prendere provvedimenti a seguito di eventuali rilievi mossi dal Collaudatore; la mancanza di tale requisito precluderà l'avvio delle operazioni di collaudo.

L'Impresa appaltatrice sarà inoltre tenuta a fornire a sue spese: mezzi, personale, attrezzi e strumentazione necessari per tutto il tempo di esecuzione del collaudo.

Gli oneri relativi all'impiego, da parte della Committente, di personale e mezzi per l'esecuzione di un collaudo risultato negativo, saranno a carico dell'Impresa appaltatrice.

#### *2.1.4.3.6. Determinazione del campione da sottoporre al collaudo*

La consistenza degli apparati, degli accessori e la percentuale dell'installato da sottoporre al collaudo saranno definiti sulla base delle misure di precollaudo.

Esso non dovrà comunque essere inferiore al 30%. Le funzionalità del sistema centrale (server di comunicazione e workstation) saranno invece collaudate al 100%.

Un dettagliato programma di test deve essere sottoposto e approvato dalla Direzione Lavori.

#### *2.1.4.3.7. Criteri di accettazione e di rifiuto del collaudo*

L'esito del collaudo si definirà positivo quando tutte le misure e le ispezioni visive eseguite risulteranno conformi alle specifiche tecniche richieste. La formalizzazione dell'esito positivo del collaudo avverrà mediante la firma e la consegna del verbale di collaudo.

L'esito del collaudo si definirà negativo quando almeno una delle misure e/o delle ispezioni visive previste darà esito negativo. Tale evenienza dovrà essere notificata per iscritto dal Collaudatore all'Impresa appaltatrice e, successivamente, dovranno essere concordati i termini per la regolarizzazione delle anomalie riscontrate e fissata la data del nuovo collaudo. Il nuovo campione da sottoporre al collaudo dovrà essere quantitativamente equivalente a quello precedentemente scelto.

Infine, nel caso in cui i valori rilevati in sede di collaudo, pur rientrando nei limiti di accettazione, si discostassero da quelli delle misure di precollaudo ben oltre la tolleranza strumentale dichiarata dalla casa costruttrice degli strumenti, determinando così una perdita di affidabilità delle misure di precollaudo stesse, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a rieseguire a sue spese le misure di precollaudo. In tale caso il collaudo dovrà essere sospeso fino alla presentazione delle nuove misure di precollaudo.

### **2.1.5. Sottosistema d'informazione in galleria**

Le gallerie dell'autostrada Asti-Cuneo saranno dotate di segnaletica luminosa secondo le più recenti normative relative alla sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali.

Presso entrambe le estremità e anche all'interno quando le lunghezze lo richiedono, saranno installati pannelli luminosi tipo frecce e croci, sopra la corsia di emergenza, marcia e sorpasso in grado di fornire indicazioni sullo stato delle corsie. Ad entrambe le estremità della galleria saranno installati pannelli alfanumerici in grado di fornire informazioni su 2 righe da 12 caratteri.

Il pannello alfanumerico e i pannelli tipo frecce e croci saranno azionati dal sottosistema PMV al quale appartengono.

### 2.1.5.1. *Caratteristiche del pannello frecce-croce*

Il pannello frecce e croce rientra nella tipologia delle lanterne semaforiche per corsie reversibili, le cui dimensioni sono trattate nel Regolamento di esecuzione ed attuazione del codice della strada (DPR 16-12-1992 n.495 art. 164, Figure II 458 e II 459).

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche del pannello tipo frecce-croce

#### **Prestazioni:**

Il cartello visualizza i seguenti simboli: croce rossa, freccia verde verticale e freccia gialla diagonale. Le dimensioni dei simboli sono quelle previste dal codice della strada italiano per le lanterne semaforiche per corsie reversibili (altezza freccia: 500mm).

I simboli sono di tipo luminoso e la loro luminosità viene riadattata automaticamente a quella dell'ambiente.

Il pannello, dotato di CPU interna di controllo che governa tutte le funzionalità, è provvisto di dispositivi interni di diagnostica che consentono di identificare gli eventuali guasti verificatisi.

#### **Caratteristiche tecniche:**

Tecnologia a LED, con angolo di leggibilità 30° (B6).

Luminosità Massima: L3 secondo normativa UNI CEI EN 12966

Contrasto: R2 normativa UNI CEI EN 12966

#### **Struttura:**

Il cartello è fisicamente costituito da una cassa ancorata alla struttura di sostegno mediante perni. La cassa è realizzata in profilato di alluminio

verniciato per esterni. Il piano di lettura è fornito di protezione frontale antiriflesso. Accessibilità dal fronte.

**Dimensioni indicative:** 620 x 640 x 160 (lxhxp in mm)

**Peso indicativo:** 20 Kg

**Condizioni Ambientali:**

Temperatura -30/+50°C

La cassa è protetta contro gli agenti atmosferici (pioggia, neve e vento).

**Alimentazione Elettrica:** 230 Vac -15% +10% ; 50 Hz ; monofase.

**Potenza assorbita:** 250 VA

**2.1.5.2. *Caratteristiche del pannello alfanumerico 2x12***

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche del pannello tipo alfanumerico.

**Prestazioni:**

Il cartello deve visualizzare testi alfanumerici variabili organizzati su 2 righe di testo di 12 caratteri ciascuna e viene sorretto da staffe opportunamente realizzate per il fissaggio alla volta della galleria.

Il formato del carattere, a matrice di 7x5 punti, permette la scrittura di lettere maiuscole, minuscole, cifre e segni speciali (set ASCII).

L'altezza del carattere è maggiore o uguale di 200mm, tipicamente di circa 210mm.

Le scritte sono gialle su fondo nero. Esse sono di tipo luminoso e la loro luminosità viene riadattata automaticamente a quella dell'ambiente. E' possibile alternare due pagine in sequenza.

La temperatura interna è regolata automaticamente attraverso una serie di sensori di temperatura che comandano i sistemi di ventilazione mediante scambio d'aria diretta con l'esterno.

Il pannello, dotato di CPU interna di controllo che governa tutte le funzionalità, è provvisto di dispositivi interni di diagnostica che consentono di trasmettere al sistema di controllo della galleria gli eventuali guasti verificatisi.

Il pannello comunica con il sistema di controllo della galleria tramite protocollo TCP/IP. In caso di mancanza di comunicazione il pannello si spegne automaticamente.

**Caratteristiche tecniche:**

Tecnologia LED Cluster, ciascun punto della matrice è costituito da un gruppo di LED gialli ad alta efficienza (cluster).

L'angolo di leggibilità è di 30°.

Luminosità massima: classe L3 secondo Normativa CEI EN 12966

Contrasto: classe R2 secondo Normativa CEI EN 12966

Colore dominante: 592 nm

**Struttura:**

Il cartello è fisicamente costituito da una cassa, realizzata in profilato di alluminio verniciato per esterni. Il piano di lettura è fornito di una protezione frontale antiriflesso. Sulla parte posteriore le casse sono dotate di porte incernierate e fissabili in posizione aperta, che permettono un agevole accesso per la manutenzione.

**Dimensioni indicative:** 2.700 x 700 x 300 (lxhxp in mm)

**Condizioni ambientali:**

Temperatura: -30/+50°C

La cassa è protetta contro gli agenti atmosferici (pioggia, neve e vento).

**Alimentazione elettrica:** 220 Vac +/-10% 50 Hz - monofase.

**Potenza assorbita:** 800 VA.

## **2.2. SISTEMA DI GUIDA ATTRAVERSO PALINE LUMINOSE**

Nel seguito sono elencate le caratteristiche peculiari del sistema di rilevamento nebbia. Per quanto non espressamente riportato, ed in particolar modo per le opere infrastrutturali quali scavi, ripristini ed opere in calcestruzzo, si faccia riferimento alla parte di Prescrizioni tecniche relative all'Infrastruttura.

### 2.2.1.1. *Affidabilità del sistema*

Considerata l'importanza del sistema di rilevamento nebbia e guida luminosa del traffico, il progetto richiede, come requisito fondamentale, che l'affidabilità del sistema sia garantita a tutti i livelli, dalla qualità degli apparati forniti ai valori di MTBF, dalle protezioni di apparato a quelle di rete.

### 2.2.1.2. *Espansibilità del sistema*

Gli apparati devono garantire l'espandibilità del sistema, in termini sia di equipaggiamento che di funzionalità.

### 2.2.1.3. *Manutenibilità del sistema*

Il sistema deve essere in grado di eseguire le operazioni di diagnosi degli apparati costituenti il sistema stesso.

La diagnostica deve essere effettuata con continuità ed in tempo reale, permettendo l'immediata individuazione di ogni malfunzionamento.

## 2.2.2. **Caratteristiche del sistema**

Il sistema di rilevamento nebbia e guida luminosa del traffico dovrà permettere:

- il rilevamento della presenza di nebbia e delle condizioni da realizzare per aumentare le condizioni di sicurezza del traffico.
- l'impostazione dei parametri di funzionamento da postazione remota

Costruttivamente l'impianto prevede un punto mediano di alimentazione e controllo per entrambe le carreggiate, in grado di coprire tratte di lunghezza variabile.

Al punto di alimentazione faranno capo quattro tratte funzionali (due per ogni senso di marcia).

Per ogni tratta di saranno previsti le seguenti attività:

- Fornitura in opera di armadio in vetroresina per contenimento apparecchiature di comando della tratta funzionale (quadro comando, controllori, trasformatori di testa ecc.);
- Fornitura in opera di n° 2 quadri di comando completi di unità remota e telegestione su cestello in profilato d'acciaio verniciato, con pannelli isolanti di protezione apparecchiature (IP20) così equipaggiato:

- relè differenziale per guasti a terra con logica a microprocessore e funzioni di ripristino automatico, display digitale ecc.
- contattore quadripolare 38 A
- magnetotermico 4P 40 A
- n° 4 magnetotermici differenziali per protezione selettiva linee in uscita
- n° 15 contatti aux per riconoscimento dei cambi di stato IG, PAU, SRN, SEL, SC4, CRD, etc.
- n° 4 PLC per gestione modalità di lampeggio e segnali I/O
- interfaccia di collegamento alla rete IP
- N° 2 scaricatori di tensione 4P 15 KA
- Protezione magnetotermica aux 2P 6 A
- Morsettiere attestamento
- Fornitura in opera di n° 2 controllori per variazione intensità luminosa, stabilizzazione tensione in uscita e regolazione in funzione del segnale esterno 0-20 mA
- Fornitura in opera di n° 8 trasformatori di isolamento di potenza adeguata alle singole tratte per il bilanciamento delle cadute di tensione, classe di isolamento H e protezione I cosfi > 0.97
- Fornitura in opera di n° 1 sonda di rilevamento nebbia in corrispondenza dello shelter;
- Fornitura in opera di sonda di rilevamento luminanza, presso lo shelter;
- Fornitura in opera di trasformatori serie per l'alimentazione a 48 V dei delineatori di adeguate caratteristiche IP e classe di isolamento (uno ogni 50 m)
- Fornitura in opera di delineatori stradali luminosi (uno ogni 50 mt) per installazione guard rail realizzati in polietilene con carica minerale ad alta intensità, catadiottri conformi al codice stradale vigente e lampada con 120 LED ambra ad emissione di una CD; munita di dispositivo interno basculante direzionale e connettore multipolare stagno

- Fornitura in opera di staffa in acciaio zincato a caldo per ancoraggio su tubo diam. 80 mm (una ogni 50 m)
- Fornitura in opera di n° 1 centralina elettronica per comando delineatori
- Fornitura in opera di contenitori per alloggiamento trasformatore (uno ogni 50 m)
- Realizzazione dei collegamenti elettrici ed equipotenziali
- Scavo e posa dei cavidotti e dei pozzetti
- Realizzazione di linee elettriche di potenza di alimentazione dei trasformatori serie
- Realizzazione di linee elettriche di alimentazione delle sonde di rilevamento nebbia
- Installazione di sistema di telegestione
- Installazione di UPS di alimentazione del sistema
- Installazione di sistema di hardware e software per la telegestione dell'impianto
- Effettuazione dei precollaudi e dei collaudi.

### **2.2.3. Caratteristiche dei componenti**

#### **2.2.3.1. Armadio in vetroresina**

L'armadio sarà del tipo stradale stampato in vetroresina per contenimento apparecchiature di comando delle 4 tratte funzionali (quadro comando, controllori, trasformatori di testa ecc.) con le seguenti caratteristiche:

- Grado di protezione IP 44 secondo CEI EN 60529, IK 10 secondo CEI EN 50102.
- Colore grigio RAL 7040.
- Porta incernierata completa di chiusura tipo cremonese azionabile con maniglia a scomparsa agibile mediante serratura di sicurezza a cifratura unica.
- Cerniere interne in lega di alluminio ruotanti su solette antibloccanti in materiale termoplastico.

- Prese d'aria inferiori e sottotetto per ventilazione naturale interna.
- Parti metalliche esterne in acciaio inox o in acciaio zincato a caldo, secondo norme CEI 7-6, elettricamente isolate con l'interno.
- Dim. Ingombro: 1134x1394x450 - Dim. Utili: 1055x1365x375

### **2.2.3.2. *Quadro di comando***

Sarà composto da:

- interruttore generale magnetotermico quadripolare con bobina di sgancio,
- relè differenziale per guasti a terra con logica a microprocessore con funzioni di ripristino automatico impianto,
- contattore quadripolare di linea,
- interruttore magnetotermico bipolare per protezione circuiti ausiliari,
- interruttori MTD - Id 0,5 A per protezione selettiva linee in uscita,
- segnali/contatti ausiliari per telecontrollo delle funzioni indicate nell'apposito capitolo, quali interruttore generale, linee uscita, sonda antinebbia, sonda luminanza, scaricatori, relè controllo minima corrente, ecc.

### **2.2.3.3. *Controllore di potenza***

Sarà impiegato per la stabilizzazione e la regolazione della tensione di alimentazione delle lampade, avrà alimentazione trifase 400V + neutro e componenti di potenza e regolazione allo stato solido, tipo Conchiglia serie CEP/HSP - Sistema Solid Power od equivalente, composto da:

1. Apparecchiatura interna realizzata in cestello in profilato di acciaio zincato e verniciato, autoportante predisposto per installazione su telaio di ancoraggio mediante supporti isolanti; pannelli frontali e laterali per la protezione dei componenti interni , grado di protezione con porta armadio aperta IP20, contenente le seguenti apparecchiature;
2. Pannello di protezione e comando comprendente n° 1 sezionatore di linea 4P; n° 1 interruttore generale magnetotermico 4P; n° 1 selettore di funzionamento By-pass/Automatico/Manuale; n° 1 spia presenza tensione. Predisposto per alloggiamento apparecchiature di comando accensione impianto, interruttore magnetotermico 2P protezione circuiti ausiliari, interruttore crepuscolare; commutatore comando accensione aut/man, protezione differenziale con riarmo automatico;

3. n° 36 moduli su guida DIN disponibili per alloggiamento interruttori di protezione linee in uscita;
4. Unità di stabilizzazione/regolazione/programmazione tensione con componenti di potenza e regolazione allo stato solido tipo Conchiglia SOLID POWER od equivalenti, realizzata interamente con componenti allo stato solido comprendente: inverter a controllo digitale con doppio convertitore realizzato con IGBT intelligenti per commutazione in alta frequenza indipendente sulle tre fasi e feedback tensione a valore efficace impostato; microprocessore a logica programmabile con componentistica a range esteso di temperatura di funzionamento (-20/+70); tastierino di programmazione/controllo, 8 tasti numerici e di funzione, display a cristalli liquidi con regolazione di contrasto a 32 caratteri su 4 righe (italiano/inglese), led di segnalazione stato apparecchiatura (BY-Pass/automatico/Riduzione/Luce piena), estraibile dalla sede a bordo macchina per una agevole programmazione/visualizzazione dati. Morsettiera ingressi/uscite per segnali/comandi remoti;
5. Input-segnale di start/forzatura luce piena-luce ridotta -by-pass No-Break- n° 2 segnali analogici per sonde rilevamento luminosità o altro dispositivo;
6. Output -apparecchiatura in allarme - apparecchiatura in By-pass-attivazione impianto da segnale analogico esterno- forzatura di riduzione;
7. Presa seriale RS232 predisposta per comunicazione in telecontrollo;
8. Vano morsettiera per attestamento linea ingresso/uscito, cavi di segnalazioni/comandi remoti;

Le prestazioni e le funzioni programmabili saranno quelle di seguito elencate:

1. Rientro da black-out temporizzato e programmabile
2. By-pass no Break con mantenimento di riduzione di tensione della linea in ingresso (l'apparecchiatura garantisce una percentuale di risparmio minima del 15% anche in condizioni di by-pass);
3. Compensazione dell'alterazione del rifasamento dell'impianto al valore di 0,95 per valori lato carico fino a 0,7; per valori lato carico inferiori (livello minimo 0,4) compensazione minima di 0,25 fino a 0,30 del fattore di potenza complessivo;
4. Memorizzazione dei dati di funzionamento su EEPROM capacità 100Kbyte degli ultimi 16 eventi con ripristino automatico delle seguenti registrazioni: ore funzionamento (tempo reale ad ogni accensione e tempo complessivo); energia erogata e risparmio energetico ; numero di

black-out; ultimi allarmi (complessivi tra le varie grandezze), risparmio totale in percentuale, stato hardware IGBT;

5. Autodiagnosi di guasti logica, teleruttori, sovraccarico apparecchiatura, disfunzione regolazione tensione, temperature (dissipatore, ambiente, schede);
6. Registrazione dati anagrafici impianto: codice utente/codice impianto ed inserimento dati di riferimento grandezze elettriche : Tensione (normale/ridotta/by-pass per ogni fase);
7. Potenza (normale/ridotta/by-pass per ogni fase); potenza attiva e reattiva a monte dell'apparecchiatura per ogni fase;
8. Cicli di regolazione tensione personalizzabili su ogni fase mediante 6 livelli di regolazione giornaliera per ogni stagione; 1 periodo nell'anno (da gg/mm a gg/mm); 1 giorno della settimana su due periodi annuali sovrapponibili; 10 giorni con ciclo speciale all'interno di un periodo;
9. Cicli di regolazione standard: 3 programmi reimpostati attribuiti alle singole stagioni per aree urbane/superstrade/zone turistiche;
10. Regolazione dei seguenti parametri: velocità variazione tensione in riduzione ed innalzamento valori (indipendenti, Tempo di accensione (preriscaldamento lampade) e tempo raffreddamento lampade. Tempo di rientro da black out. Valore tensione regime normale/regime ridotto;
11. Registrazione di allarmi con possibilità di regolazione del tempo di fuori soglia ripristino di forzature bypass delle seguenti grandezze: Tensione a monte-tensione a valle-corrente di fase - cos-fi;
12. Guida e controlli di impostazione con messaggi di errore;
13. Impostazioni parametri di funzionamento di fabbrica;
14. Valori relativi a tensione monte/valle- corrente-cos-fi-potenza attiva e reattiva per ogni fase, I/O digitali;
15. Allarmi personalizzati e di autodiagnosi;
16. Report dei dati correnti, mensili e progressivi;
17. Watchdog seriale (controllo di sicurezza);

L'apparecchiatura sarà equipaggiata in modo da consentire l'attivazione del sistema di telegestione (telecontrollo/telecomando/telemisura) mediante trasmissione dati verso la rete IP che consenta il controllo ed il comando remoto di tutte le funzioni sopra elencate ed il rilevamento delle condizioni di funzionamento delle apparecchiature del quadro comando.

#### 2.2.3.4. *Trasformatori*

Saranno adatti ad alimentare ciascuno una tratta funzionale di 100 delineatori, con 4 uscite per bilanciamento caduta di tensione, isolamento in resina classe H, classe di protezione I, con sfasamento a pieno carico ( $\cos\phi$ )  $> 0,97$ .

#### 2.2.3.5. *Apparati di guida luminosa attiva*

L'apparato di guida luminosa attiva sarà costituito da:

1. una lampada a forma circolare composta da 120 Led a luce giallo ambra alimentata ad una tensione di 12VAc. La lampada è stata integrata nel delineatore standard di margine (art 173 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e Art. 42 C.d.S.) previsto dal codice della strada, installato lungo il lato sinistro del senso di marcia di ciascuna carreggiata ad una distanza di 50 metri (questa è l'interdistanza abitualmente utilizzata per il posizionamento dei catadiottri lungo i percorsi autostradali sia su barriere che su guard-rail).
2. Il delineatore, in polietilene stampato, composto da una parte inferiore di colore bianco che viene alloggiata in una puntazza in ferro infissa nel terreno con battipalo, nella cui estremità inferiore è ricavato il foro di acceso della guaina contenete i cavi di alimentazione, una parte superiore di colore nero che contiene la lampada ed i due catadiottri ad illuminazione passiva.

La lampada a Led, rispetto ad una normale lampada ad incandescenza, ha il vantaggio di un minor consumo di energia a parità di emissione luminosa (circa 8 VA per lampada per un illuminamento di 120 cd) e soprattutto presenta una durata media di funzionamento di circa 100.000 ore.

I delineatori normali di margine saranno installati in modo da visualizzare a distanza l'andamento dell'asse stradale. La loro installazione deve essere continuativa ed usando lo stesso tipo di delineatore. Saranno spazati di una distanza costante in rettilineo, al massimo 50 m, ed infittiti in curva con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura. Gli intervalli di posa devono comunque essere il più possibile uniformi sullo stesso tratto di strada, in modo da costituire una guida ottica omogenea.

Indicativamente va adottata la spaziatura risultante dalla seguente tabella:

Raggio di curva in metri	Spaziatura longitudinale in metri
Fino a 30	6
Da 30 a 50	8
Da 50 a 100	12
Da 100 a 200	20
Da 200 a 400	30
Oltre 400	Intervallo adottato in rettilineo

Dovranno essere collocati al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

L'altezza fuori terra del delineatore deve essere compresa fra 70 e 110 cm; la sezione, preferibilmente trapezoidale con spigoli arrotondati, deve potersi inscrivere in un rettangolo di 10x 12 cm con lato minore parallelo all'asse stradale.

I delineatori dovranno essere di colore bianco con fascia nera alta 25 cm posta nella parte superiore, nella quale saranno inseriti, volti verso le correnti di traffico interessate, due elementi rifrangenti gialli posti in verticale ed opportunamente distanziati fra loro, ciascuno con superficie attiva minima di 30 cm<sup>2</sup>;

Il materiale e le caratteristiche devono essere tali da non costituire pericolo in caso di collisione da parte dei veicoli.

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro dei lavori pubblici, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

In presenza di barriere di sicurezza, muri, parapetti o altri impedimenti, i delineatori potranno essere sostituiti da elementi rifrangenti, fissati ai manufatti, aventi le medesime dimensioni e caratteristiche, posti anche nell'onda del nastro della barriera o al di sopra di esso; è opportuno che l'altezza da terra degli elementi rifrangenti sia la stessa di quelli inseriti nei delineatori normali.

#### **2.2.3.6. *Il modulo di controllo***

Ogni modulo dovrà essere alimentato e controllato da una postazione periferica, posta all'interno di uno shelter opportunamente predisposto ed alimentato all'interno del quale verrà posizionato un armadio in vetroresina che conterrà tutte le apparecchiature, con l'eccezione del sensore di opacità e di luminosità, che dovranno essere alloggiati su pali metallici autonomi o altra idonea dislocazione.

#### **2.2.3.7. *Il modulo di regolazione***

Il sistema di regolazione dell'emissione di luminosità delle lampade in funzione della luminosità ambiente permetterà un miglior adattamento delle condizioni di illuminamento esterno (differenza giorno-notte) e di visibilità evitando fenomeni di abbagliamento.

#### 2.2.3.8. *Il modulo nebbia*

Il sensore nebbia è composto da un emettitore a raggi infrarossi e da un ricevitore che, in funzione della presenza di gocce d'acqua in sospensione nell'atmosfera, riceve una quantità maggiore o minore di raggi riflessi. In funzione della nebbia rilevata il sensore provvederà ad accedere, sulla base di soglie programmabili, l'accensione diretta del sistema luminoso.

#### 2.2.3.9. *Sistema di telegestione*

Il sistema di telegestione sarà un sistema complesso e completo in grado di interagire con l'impianto in tempo reale sia per quanto riguarda la rilevazione di tutti i dati e parametri di funzionamento, che la loro manipolazione e/o modifica. Permetterà il controllo dello stato e del funzionamento del sistema di guida attraverso paline luminose tramite controllo remoto gestito da Personal Computer.

Mediante collegamento via rete IP, il sistema sarà in grado di monitorare l'andamento degli impianti, modificarne i parametri di funzionamento e segnalare guasti in tempo reale (con creazione anche di uno "storico" dati e allarmi) all'operatore o a personale esterno, tramite la completa gestione automatica degli allarmi di macchina. Sarà flessibile, completo, adattabile e configurabile, in funzione delle diverse esigenze organizzative ed impiantistiche; e consentirà la gestione dei dati storici mettendo in evidenza l'andamento generale dell'impianto e la presenza di eventuali anomalie e disservizi.

Il tutto sarà corredato di un'interfaccia grafica semplice ed intuitiva che permetterà all'utente finale di gestire il software in modo rapido e facile, visualizzando, analizzando e stampando tutti i dati di interesse relativi all'impianto (attuali e/o storici).

##### 2.2.3.9.1. *Prestazioni*

Il sistema di telegestione consentirà il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Possibilità di essere applicato a nuove sezioni di impianto in progressiva realizzazione ;
- Garanzia di emissione di luce nella giusta intensità dove e quando necessario;
- Possibilità di rifasare l'impianto;
- Riduzione dell'inquinamento luminoso;
- Controllo permanente del buon funzionamento degli impianti;

- Riduzione dei consumi, direttamente controllabile;
- Allungamento della vita media degli apparecchi;
- Minor costo energetico e di manutenzione;

Mediante il controllo da remoto sarà possibile conseguire i seguenti risultati:

- Razionalizzazione delle lampade mediante spegnimenti e/o riduzioni di flusso mirati;
- Ottimizzazione dei cicli di funzionamento con la possibilità di agire su di essi in qualunque momento ed in tempo reale;
- Riduzione delle accensioni durante il giorno per la ricerca dei guasti;
- Comando e controllo delle sorgenti luminose;
- Disponibilità in tempo reale di informazioni riguardanti correnti e tensioni a monte e a valle del regolatore, fattore di potenza, potenze attiva e reattiva per ciascuna delle tre fasi, risparmio energetico totale e percentuale realizzato, allarmi...;
- Valutazione in tempo reale dello stato di funzionamento di un impianto in qualunque posizione esso si trovi senza la necessità di spostarsi dalla sede operativa;
- Telegestione di I/O digitali ed analogici per controllo di una serie di altre funzioni esterne, quali lo stato di interruttori, fotocellule, relé differenziali, misure di grandezze elettriche o fisiche, correnti e tensioni, potenza e fattore di potenza, del quadro di comando o di altri eventuali impianti nelle vicinanze;
- Comunicazione tra il regolatore di flusso con un centro di controllo remoto per invio informazioni immagazzinate nella memoria non volatile installata sulla macchina (memorizzazione di informazioni ad intervalli prestabiliti con creazione di uno Storico Dati e di uno Storico Allarmi);
- Invio delle segnalazioni di allarme con conseguente attivazione delle operazioni di manutenzione (eventualmente in emulazione diretta);
- Riduzione dei costi dovuti alla ricerca del guasto;
- Ottimizzazione dei costi del personale grazie alla gestione dei tempi di intervento;

- Risparmio sui materiali grazie al controllo degli elementi effettivamente guasti e alla maggior durata degli apparecchi di illuminazione;
- Migliore gestione del servizio di controllo e manutenzione.

#### 2.2.3.9.2. *Livelli di telegestione*

Saranno implementati due livelli di telegestione, con caratteristiche integrate di seguito descritti.

1° LIVELLO - Telegestione del controllore di potenza (CEP).

Sarà attivabile direttamente sull'apparecchiatura standard, con l'inserimento di una Unità di Governo Locale UGL (un vero computer industriale con tutte le sue funzionalità) in ogni singolo controllore; tale UGL comunicherà e/o riceverà dati e informazioni relative ai cicli di macchina e alle misure tramite rete IP. L'operatore si collegherà tramite proprio server alla rete Web e comunicherà con il server dell'unità operativa centrale a cui affluiranno i dati e da cui partiranno le informazioni per le UGL collegate alle macchine.

A questo livello saranno attuabili le seguenti funzioni di telegestione:

- Consultazione e modifica da PC di tutti i parametri funzionali dell'impianto, cicli di lavoro, memoria dati.
- Consultazione e acquisizione delle misure elettriche istantanee e registrate sul banco di memoria.
- Consultazione e acquisizione degli allarmi registrati sul banco di memoria.
- Ricezione istantanea di tutte le condizioni di allarmi programmate dalle periferiche collegate.

#### FUNZIONALITA' DEL SISTEMA:

Sul campo (da UGL):

- Interfacciamento diretto:
  - su seriale RS232/RS485 con Controllore CEP;
  - su seriale RS232.
- Operazioni:

- interazione con il regolatore con lettura stati di funzionamento, eventi e anomalie;
- segnalazione allarmi e generazione chiamate su cellulari;
- archiviazione provvisoria dei dati (fino ad esaurimento spazio dedicato su DOC);
- scarico dati su Server;
- gestione interazioni da operatori remoti;
- gestione collegamenti con Server attraverso Rete INTERNET.

Da remoto attraverso PC Client operatori (anche contemporaneamente):

- Collegamento attraverso rete Internet;
- Interazione con l'impianto attraverso browser internet;
- Interfaccia HMI grafica dinamica;
- Rappresentazione planimetrica;
- Nessun software dedicato;
- Operazioni:
  - Interazione con il controllore di potenza CEP;
  - Programmazione centralizzata dei cicli di funzionamento;
  - Gestione (anche contemporanea) da parte di più operatori e da postazioni diverse;
  - Gestione (anche contemporanea) di più impianti;
  - Scarico, archiviazione, visualizzazione e stampa dati e informazioni;
  - Analisi tecniche ed economiche, parziali e globali;
  - Gestione manutenzioni;
  - Servizio messaggistica interna

2° LIVELLO - Telegestione quadro comando (canali esterni).

Questa configurazione consentirà di monitorare e comandare tutte le apparecchiature esterne al controllore di potenza, in particolare del quadro

di comando. Per l'implementazione di questo livello di telegestione, l'UGL verrà affiancata da unità di I/O in grado di lavorare con segnali analogici e digitali da gestire in modo indipendente. Le segnalazioni e/o comandi attivabili attraverso contatti ausiliari, (relé, fine corsa, sensori ecc...) dislocati nel quadro comando saranno i seguenti:

- Segnalazione stato interruttore generale;
- Segnalazione stato interruttore circuiti ausiliari;
- Segnalazione intervento relé crepuscolare;
- Segnalazione intervento relé differenziale;
- Segnalazione stato interruttori linee di uscita;
- Segnalazione stato contattore;
- Segnalazione chiusura porta armadio;
- Segnalazione scaricatore di sovratensione;
- Segnalazione stato on-off dell'impianto
- Comando forzatura accensione;
- Comando forzatura spegnimento;
- Altre a richiesta.

Tutte queste segnalazioni, registrate dall'Unità di Governo Locale, dovranno attivare le chiamate dalla periferica al PC al fine di evidenziare tempestivamente la condizione di funzionamento anomalo. Occorre inoltre considerare che attraverso l'utilizzo delle unità di I/O, possono essere segnalate informazioni anche di apparecchiature esterne al quadro comando. (Es.: semafori, insegne luminose pubblicitarie, illuminazioni esterne all'impianto principale, videocamere, ecc...).

#### **FUNZIONALITA' DEL SISTEMA:**

Sul campo (da UGL):

- **Interfacciamento diretto:**
  - su seriale RS232/RS485 con Controllore CEP;
  - su Bus RS485 con Moduli I/O d'interfaccia apparati quadro;
  - su seriale RS232.
- **Interfacciamento indiretto attraverso il modulo I/O**

- con n. 4 input I/O (es.: aux interrutt., relè differenz., ecc.);
- con n. 4 attuatori esterni (es.: teleruttori, bobine sgancio, relè, ecc.).
- Operazioni:
  - gestione integrata quadro-regolatore;
  - gestione globale accensioni-spegnimento programmata e con combinazione soglie crepuscolari, forzature orarie e tramonto/alba astronomica;
  - interazione con il regolatore con lettura stati di funzionamento, eventi e anomalie;
  - interazione con gli apparati del quadro e rilevamento stati di funzionamento;
  - segnalazione allarmi e generazione chiamate su cellulare;
  - archiviazione provvisoria dei dati (fino ad esaurimento spazio dedicato su DOC);
  - scarico dati su Server;
  - gestione interazioni da operatori remoti;
  - gestione collegamenti con Server attraverso Rete INTERNET.

Da remoto attraverso PC Client operatori (anche contemporaneamente):

- Collegamento attraverso rete Internet;
- Interazione con l'impianto attraverso browser internet;
- Interfaccia HMI grafica dinamica;
- Rappresentazione planimetrica;
- Nessun software dedicato;
- Operazioni:
  - Interazione con il controllore di potenza CEP;
  - Interazione con gli apparati del quadro interfacciati;
  - Programmazione centralizzata dei cicli di funzionamento;

- Gestione (anche contemporanea) da parte di più operatori e da postazioni diverse;
- Gestione (anche contemporanea) di più impianti;
- Scarico, archiviazione, visualizzazione e stampa dati e informazioni;
- Analisi tecniche ed economiche, parziali e globali;
- Gestione manutenzioni;
- Servizio messaggistica interna

#### 2.2.3.9.3. *Software di gestione*

Il software di gestione associato alla telegestione sarà dotato di:

- Interfaccia di ricerca dell'impianto nella regione/i di interesse;
- Interfaccia cartografica degli impianti;
- Interfaccia di telelettura dei cicli di macchina impostati;
- Interfaccia di telelettura dei parametri elettrici dell'impianto, sia in tempo reale che richiamati da un archivio storico;
- Interfaccia di confronto simultaneo di più impianti;
- Interfaccia di analisi dei dati storici relativi ad un anno, mese, giorno di riferimento;
- Interfaccia di visualizzazione grafica dell'andamento dei parametri elettrici in un periodo di riferimento selezionabile dall'utente;
- Interfaccia di telelettura dei parametri metereologici;
- Interfaccia di visualizzazione Storico Allarmi e Storico Dati;
- Interfaccia di gestione I/O digitali e/o analogici per diverse apparecchiature;
- Interfaccia per la modifica dei cicli di funzionamento del regolatore di flusso e per il controllo di Bypass, Forzature luce piena/luce ridotta, ecc...
- Possibilità di scaricare dati in formato XLS per elaborazioni personali;

- Possibilità di scaricare e stampare i dati di macchina per periodi di riferimento scelti dall'utente.

#### GESTIONE WEB ORIENTED.

Per il controllo della telegestione non sarà richiesto il caricamento su PC remoto di alcun software specifico dedicato. Quest'ultimo risiederà nel server dell'unità operativa centrale a cui sarà possibile accedere direttamente dalla normale rete Internet. Dunque l'operatore necessiterà semplicemente di un normale PC con il quale connettersi in rete attraverso un proprio server. La comunicazione avverrà tra i due server, in modo da conseguire i seguenti vantaggi:

- Sicurezza garantita dalla presenza di codici e parole chiave di accesso e identificazione degli impianti monitorati;
- Possibilità di telegestire, controllare e confrontare simultaneamente i dati provenienti da impianti diversi;
- Possibilità di accesso simultaneo da più postazioni per verifica dello stato di funzionamento o degli storici allarmi e/o dati;
- Fornire supporto e assistenza da remoto al cliente;
- Riconfigurare un impianto per quel che concerne i suoi cicli di funzionamento e il suo stato da postazioni diverse;
- Possibilità di connessione da PC portatili e/o palmari tramite telefoni cellulari.
- E' altresì consentita la chiamata locale al singolo impianto con connessione al computer industriale installato sulla macchina per un controllo diretto senza passaggio dal web.

### **2.3. SISTEMA MONITORAGGIO CONDIZIONI METEO**

#### **2.3.1. Caratteristiche del sistema**

Di seguito sono elencate le caratteristiche minime che devono essere garantite e supportate dalle postazioni periferiche di rilevamento dei dati meteorologici.

##### **2.3.1.1. Affidabilità**

Il sistema di monitoraggio delle condizioni meteo deve consentire di operare un controllo continuo dei dati meteorologici rilevati dai sensori periferici in

alcuni punti della tratta autostradale. Considerata l'importanza di tale sistema come strumento di ausilio nella gestione della viabilità e nella sicurezza stessa, i componenti costituenti il sistema devono garantire elevati livelli di affidabilità e qualità a tutti i livelli, dalla componentistica elettronica agli applicativi di gestione.

#### **2.3.1.2. *Espandibilità e integrabilità***

Il sistema deve essere aperto, espandibile e flessibile in modo da offrire una soluzione non chiusa, di facile scalabilità, espandibilità ed integrabilità. Deve poter essere espandibile sia a livello centrale, sia a livello periferico in modo da adattarsi e soddisfare le esigenze future di integrazione e di implementazione di funzionalità o semplicemente di incremento del numero di postazioni periferiche. Infine, deve essere aperto, soprattutto a livello centrale, all'integrazione con altri sistemi in modo da concorrere alla realizzazione di un unico sistema centrale di supervisione e controllo.

#### **2.3.1.3. *Manutenibilità***

Tutti i componenti del sistema devono essere contraddistinti da alti livelli di affidabilità (MTBF) e da MTTR contenuti. I componenti attivi del sistema devono prevedere funzionalità di autodiagnostica e di diagnostica centralizzata in modo da consentire una supervisione centralizzata in tempo reale dello stato di funzionamento delle periferiche e quindi dell'intero sistema.

#### **2.3.1.4. *Prescrizioni e normativa di riferimento***

Le postazioni di rilevamento dei dati meteorologici devono riportare la marcatura CE e devono essere conformi alle seguenti normative europee:

Direttiva sulla compatibilità elettromagnetica (CEE 89/336);

Direttiva sulla sicurezza elettrica dei prodotti (CEE 73/23).

Le apparecchiature devono altresì rispettare tutte le Norme, i Decreti e le Leggi dello Stato ad esse inerenti ed, inoltre, tutte le normative e direttive specifiche di riferimento relative alla categoria di appartenenza.

### **2.3.2. Qualità e provenienza dei materiali e delle apparecchiature**

### 2.3.2.1. *Postazione periferica per il rilevamento dei dati meteorologici*

#### 2.3.2.1.1. *Centralina elettronica*

Ogni postazione di rilevamento dei dati meteorologici deve essere equipaggiata e gestita da una centralina elettronica che permette la raccolta dei dati provenienti dai sensori, l'invio dei dati al centro operativo e la gestione e le comunicazioni degli allarmi locali.

La centralina elettronica deve essere dotata di una unità di alimentazione, una unità di controllo, una unità di comunicazione Ethernet e una serie di unità interfaccia per l'acquisizione di differenti tipologie di sensori, da quelli di tipo atmosferico a quelli da posare sotto il manto stradale.

Deve essere compatta, robusta e in grado di operare all'esterno in ambienti a temperatura non controllata.

In combinazione con le varie tipologie di sensori deve essere in grado di rilevare le condizioni meteorologiche presenti e lo stato dell'asfalto, deve riportare la presenza del ghiaccio, misurare la temperatura del manto stradale e del terreno, la temperatura e l'umidità dell'aria, la temperatura del punto di rugiada, la velocità e la direzione del vento, il tipo di precipitazione e l'intensità, la visibilità, lo spessore delle strato d'acqua presente sull'asfalto.

Deve includere un orologio interno e memoria RAM con batteria tampone. La memoria RAM deve essere sufficiente per l'archiviazione dei dati riferiti ad un periodo minimo di 24 ore.

Deve prevedere la disponibilità di alcuni segnali di ingresso/uscita per consentire la realizzazione di specifiche automazioni locali come il comando di pannelli segnalatori e/o bumper, avvio di sistemi automatici, ecc...

Deve poter essere collegata ad altre centraline (stazioni remote), in modo da estendere l'area di misura, attraverso un bus RS-485 o mediante l'utilizzo di modem radio.

Specifiche generiche:

Alimentazione elettrica	230 Vac $\pm$ 10%, 50/60Hz
Temperatura di esercizio	- 40 °C – 60 °C
Umidità condensante.	0 – 100 % RH, non

2.3.2.1.2. *Sensore combinato per la misura della temperatura dell'aria e dell'umidità relativa*

Il sensore combina due differenti tipologie di misura, quella resistiva per la temperatura e quella capacitiva per l'umidità relativa.

Il sensore che misura la temperatura deve essere un termistore lineare di precisione al Platino PT100 a 4 fili, quello per l'umidità un elemento capacitivo.

Il termistore deve essere alloggiato in un contenitore di plastica ABS con grado di protezione IP65.

Il sensore di temperatura/umidità deve essere alloggiato all'interno di uno schermo per proteggere il sensore dalle radiazioni solari e dalle precipitazioni. L'esterno deve essere di colore bianco per riflettere le radiazioni mentre l'interno deve essere nero per assorbire il calore accumulato.

Caratteristiche del sensore di temperatura

Tipo	Pt100 IEC 751, 1/3 Class B - 4 fili
Temperatura operativa	-40°C...+60°C
Campo di misura	-40°C...+60°C
Precisione	±0.2 °C @ 20°C.

Caratteristiche del sensore di umidità relativa

Tipo	a pellicola sottile di tipo capacitivo
Temperatura operativa	-40°C...+60°C
Campo di misura	0,8...100%
Precisione ed isteresi	±1% @ 20°C comprese non linearità
Tempo di risposta (90% @20°C)	15s
Tempo di stabilizzazione	1s.

2.3.2.1.3. *Sensore combinato per la misura della direzione e della velocità del vento*

Il sensore deve essere compatto e deve integrare in un unico elemento i sensori per la misura della velocità e della direzione del vento.

Deve essere composto da un anemometro posizionato nella sommità del sensore in grado di fornire una risposta lineare alla velocità del vento, e da una banderuola, fissata al corpo del sensore, in grado di fornire una risposta veloce alla direzione del vento.

La forma, le dimensioni ed i materiali delle coppette dell'anemometro devono garantire misure accurate. Le coppette coniche devono essere state testate accuratamente al fine di fornire una risposta lineare tra la velocità del vento e la velocità angolare della ruota a coppette.

La banderuola, deve essere posizionata sotto l'anemometro, con la coda piuttosto lontana dal corpo del sensore stesso e dalle coppette dell'anemometro per evitare le turbolenze.

La banderuola deve essere realizzata in materiale leggero al fine di garantire risposte veloci e inerzia ridotta. Così come per le coppette, il materiale utilizzato deve essere di alta resistenza in modo da garantire una struttura consistente anche alle massime velocità del vento.

L'elettronica deve essere contenuta all'interno della struttura del sensore in modo da essere protetta dagli agenti atmosferici, dalla polvere, dagli inquinanti, ecc...

#### Caratteristiche del sensore di velocità del vento

Tipo di sensore contatore	anemometro commutatore reed o a optoelettronico
Temperatura operativa	-40°C...+60°C
Campo delle misure	0.5 ... 60 m/s
Soglia di inizio	<0,4 m/s
Accuratezza	(≤10 m/s) ± 0,3 m/s (> 10 m/s) ± 2%.

#### Caratteristiche del sensore di direzione del vento

Tipo di sensore contatore	banderuola a potenziometro o a optoelettronico
Temperatura operativa	-40°C...+60°C

Campo delle misure	0.. 360°
Soglia di inizio	<1.0 m/s
Accuratezza	migliore di $\pm 3^\circ$ .

#### 2.3.2.1.4. *Sensore per la misura della visibilità e del tempo presente*

Il sensore deve fornire misure accurate di visibilità e di tempo presente, deve indicare la causa di ridotta visibilità fornendo un ampio quadro delle condizioni meteorologiche, deve essere in grado di rilevare le precipitazioni e identificare il tipo di precipitazione. Deve essere in grado di classificare quattro tipi di precipitazione, distinguendo le precipitazioni liquide da quelle solide e misurare l'intensità delle precipitazioni stesse.

Il sensore deve identificare il tipo di precipitazione stimando con accuratezza il contenuto acqueo della precipitazione con un dispositivo capacitivo e combinando queste informazioni con misure ottiche a diffusione in avanti (forward scatter) e misure di temperatura. Le tre misure indipendenti devono essere elaborate attraverso sofisticati algoritmi per eseguire un'accurata valutazione del tipo di tempo presente.

Il sensore deve eseguire una misura ottica e una capacitiva. La misura ottica deve essere basata sul principio della diffusione in avanti di un fascio di luce ad infrarossi; la misura capacitiva, utilizzata per discriminare le precipitazioni, deve essere eseguita mediante l'utilizzo di un sensore a pellicola sottile capacitiva.

Il sensore di visibilità deve essere ben protetto dalla contaminazione esterna, i componenti ottici devono puntare verso il basso e le lenti devono essere protette dalle precipitazioni, dalle polveri e dagli spruzzi mediante cappucci. Il disegno del sensore di visibilità deve essere a prova di intemperie in modo da fornire risultati di misura accurati e ridurre la necessità di manutenzione. Il sensore deve essere corredato con idonei riscaldatori per prevenire accumulo di ghiaccio e neve in condizioni meteorologiche invernali.

##### Caratteristiche del sensore di tempo presente

Tipo di sensore	capacitivo
Temperatura operativa	-40°C...+60°C
Discriminazione precipitazioni neve, neve.	pioggia, pioviggine, pioggia misto

##### Caratteristiche del sensore di visibilità

Tipo di sensore	ottico a diffusione frontale
-----------------	------------------------------

Temperatura operativa	-40°C...+60°C
Campo di visibilita'	(MOR) 10...2000m
Accuratezza	± 10%.

#### 2.3.2.1.5. *Sensore stradale invasivo*

Il sensore stradale deve essere termicamente passivo ovvero non deve essere riscaldato o raffreddato artificialmente. Il sensore deve rilevare in sito le condizioni della superficie stradale.

Le caratteristiche termodinamiche del sensore come la capacita' termica, la conduttivita' termica ed il potere di emissione termica, devono essere molto simili a quelle della superficie stradale. Il sensore deve reagire velocemente a cambiamenti atmosferici e deve funzionare correttamente anche in presenza di neve.

Il sensore deve essere composto da gruppi di elettrodi indipendenti e da fibre ottiche incapsulati in resina. Il sensore deve permettere un'usura di 4 cm senza la necessita' di calibrazione.

Il sensore deve rilevare i seguenti parametri:

conduttivita' della superficie

polarizzazione ionica delle sostanze in superficie

capacità parassita in superficie

temperatura della superficie e del terreno alla profondita' di circa 6 cm

spessore di acqua sopra il sensore.

Gli algoritmi di elaborazione dell'interfaccia sensore devono consentire la rilevazione dei seguenti stati della superficie stradale:

asciutto

umido

bagnato con indicazione dello spessore dell' acqua presente

bagnato con presenza di trattamento anticongelante

brina

neve o ghiaccio

verglass

concentrazione di sostanze anticongelanti

punto di congelamento.

Caratteristiche del sensore suolo

Tipo di sensore ottici in fibra ottica, della temperatura	elettrodi in fibra di carbonio, sensori PT100 per la misura
Temperatura operativa	-40°C...+60°C
Materiali di incapsulamento	Araldite D, HY 956.

### **2.3.2.2. Postazione centrale di controllo e gestione**

#### **2.3.2.2.1. Unità server (FEP) sistema meteo**

Il server di controllo e supervisione del sistema di rilevamento delle condizioni meteorologiche deve essere una unità affidabile di primaria marca.

Deve garantire i seguenti requisiti minimi:

Numero massimo processori 2

Processore Ghz o equivalente	n.2 processori, classe Intel Xeon 3.2
L2 Cache	512 k
L3 Cache	2 MB
Memoria RAM	2 GB , espandibile fino a 12 GB
Scheda di rete	n.2 10/100/1000 Mb/s
Hard Disk (HD) 140 GB	hot plug, ultra 320 SCSI 10000 rps,

Controller	RAID 5, 6 HD SCSI 140 GB
Drive ROM, DAT	Floppy disk 1.44 MB, CD-RW/DVD-
Video SDRAM	Controller video integrato, 8 MB
Alimentazione	ridondata, moduli hot plug
Sistema operativo equivalente	Microsoft Windows 2003 Server o completo di licenze
Specifiche generiche	
Tensione di alimentazione	230Vac ± 10%, 50/60Hz
Dimensioni	formato rack 2 unità.

2.3.2.2.2. *Unità workstation per Web Server*

Tale unità deve essere installata presso il centro operativo, deve essere idonea ad essere installato in rack 19", deve essere una unità affidabile di fascia alta in grado di fornire la velocità e le prestazioni necessarie per la gestione del sistema e deve garantire i seguenti requisiti minimi:

Numero massimo processori 2

Processore cache L2)	n.1 con frequenza di 2,4 Ghz (1MB
Memoria RAM (espandibilità fino a 8	2 GB di memoria DDR-400 ECC GB);
Hard Disk Serial ATA con RAID 0, RAID 1, RAID 0+1 (possibilità di installare fino a 4 dischi);	250 GB (7200 rpm) con controller funzionalità
Drive ROM	Floppy disk 1.44 MB, CD-RW/DVD-
Scheda di rete	10/100/1000 Mbps IEEE 802.3ab;

Scheda video con possibilità di (2 uscite DVI-I);	PCI Express x16 con 128 MB di RAM gestire fino a 2 monitor
– Sistema operativo Professional o equivalente;	Microsoft Windows XP

Specifiche generiche:

Tensione di alimentazione	230Vac ± 10%, 50/60Hz
Dimensioni	formato rack.

2.3.2.2.3. *Unità workstation sistema meteo*

Tale unità deve essere installata presso il centro operativo, deve avere un tipo di chassis minitower o idoneo ad essere installato in rack 19", deve essere una unità affidabile di fascia alta in grado di fornire la velocità e le prestazioni necessarie per la gestione del sistema e deve garantire i seguenti requisiti minimi:

Numero massimo processori 2

Processore cache L2)	n.1 con frequenza di 2,4 Ghz (1MB
-------------------------	-----------------------------------

Memoria RAM (espandibilità fino a 8	2 GB di memoria DDR-400 ECC GB);
--	-------------------------------------

Hard Disk Serial ATA con RAID 0, RAID 1, RAID 0+1 (possibilità di installare fino a 4 dischi);	250 GB (7200 rpm) con controller funzionalità
---	--

Drive ROM	Floppy disk 1.44 MB, CD-RW/DVD-
--------------	---------------------------------

Scheda di rete	10/100/1000 Mbps IEEE 802.3ab;
----------------	--------------------------------

Scheda video con possibilità di (2 uscite DVI-I);	PCI Express x16 con 128 MB di RAM gestire fino a 2 monitor
---	---

Scheda audio

Mouse e tastiera;

Sistema operativo equivalente;	Microsoft Windows XP Professional o
-----------------------------------	-------------------------------------

Monitor LCD TFT da 20" con:

risoluzione nativa di 1600x1200 (60 Hz);

OSD (On Screen Display) per il set-up e le impostazioni dei parametri dello schermo;

frequenza verticale da 48 a 85 Hz (VGA), da 30 a 92 kHz (DVI);

frequenza orizzontale da 30 a 94 kHz (VGA), da 30 a 92 kHz (DVI);

livello di contrasto: 800:1;

angolo di visuale del display: 178° orizzontale e verticale

segnale di ingresso: due VGA a DVI-I e due DVI-D a DVI-I;

connettore di ingresso video: due connettori, doppio ingresso DVI-I (VGA analogico e digitale).

#### Specifiche generiche

Tensione di alimentazione                      230Vac  $\pm$  10%, 50/60Hz

Dimensioni    formato desktop/rack.

#### 2.3.2.2.4. *Software*

Il funzionamento del sistema di monitoraggio dei dati ambientali deve essere garantito da una unità server centrale di controllo e supervisione corredato degli applicativi e/o moduli necessari ad una corretta e funzionale gestione del sistema.

Tale unità deve provvedere alle funzioni di front end, gestione database e gestione e configurazione del sistema.

In particolare il server di supervisione deve svolgere le seguenti funzioni:

mantenimento e aggiornamento dell'anagrafica delle postazioni periferiche;

polling delle postazioni periferiche e acquisizione dei dati rilevati;

archivio dei dati;

mantenimento e aggiornamento dei profili utenti;

autenticazione degli accessi;

log degli accessi;

log delle operazioni eseguite;

log degli errori di sistema e degli allarmi;

distribuzione dei dati alle postazioni operatore locali o remote.

L'applicativo client da installare nella postazione operatore deve essere in grado di poter scaricare i dati acquisiti dal server in maniera sicura utilizzando sia una connessione locale, sia una connessione attraverso Internet creando un tunnel SSH. Deve consentire di poter avviare una connessione manuale o automatica al server per il download dei dati, di raccogliere i file delle ultime configurazioni/mappe e i dati dei sensori e mostrare l'intero processo di download.

L'applicativo client deve inoltre consentire di visualizzare i dati in forma grafica e tabellare, permettendo all'operatore di modificare la lingua, le unità di misura, i parametri da visualizzare, gli stili e i colori utilizzati nelle schermate di visualizzazione, ecc...

Gli applicativi server e client devono essere corredati del modulo di gestione degli allarmi che deve offrire un valido strumento per la definizione e la generazione degli allarmi. Il modulo deve avere accesso costante al database dei sensori in modo da verificare costantemente le condizioni di allarme e/o il superamento di soglie di pre-allarme.

Infine, il pacchetto software di centrale operativa deve completarsi di un applicativo web server autonomo, da installare su di una workstation dedicata, che deve essere in grado di creare pagine HTML dalle schermate dell'applicativo di gestione e renderle disponibili agli utenti intranet (LAN) o internet (WAN) tramite web browser standard. L'applicativo deve poter riportare e visualizzare qualunque tipologia di dati, deve poterli rappresentare in formato tabellare o grafico, deve supportare le funzionalità di stampa, deve aggiornare automaticamente i dati e deve essere compatibile con la maggior parte dei browser in uso.

### **2.3.2.3. Apparati per trasmissione dati**

#### **2.3.2.3.1. Apparato media converter Ethernet**

L'apparato Ethernet media converter deve convertire il segnale per cavo in rame a coppie in un segnale per fibra ottica in modo da aumentare l'estensione della rete.

Deve prevedere una interfaccia Ethernet 10/100Base TX con porta RJ45 per la connessione della rete in cavo in rame, una interfaccia 100BaseFX con porta ottica, dotata di connettori SC, per la connessione al link in fibra ottica e una serie di dip switch per la selezione della modalità di funzionamento FDX/HDX/10/100/Auto/Force.

Deve supportare la funzionalità Link Fault Pass-Through in grado di forzare in shut-down la porta nel momento in cui l'altra parte del link non è più disponibile, in modo da notificare alla rete o all'applicativo di gestione l'indisponibilità della connessione.

Deve essere disponibile sia nella versione per fibra ottica multimodale, sia monomodale. Deve essere realizzato per applicazioni di tipo industriale, operare nel range di temperatura da  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  e deve consentire l'installazione su guida DIN standard. Deve essere corredato dell'alimentatore stabilizzato per la connessione alla tensione di rete.

Deve essere conforme agli standard IEEE802.3, 802.3u e 802.3x e alle normative specifiche in materia di sicurezza e compatibilità elettromagnetica.

Caratteristiche ottiche:

distanza di copertura multimodale)	$\geq 2\text{ km @ }1300\text{ nm}$ (fibra ottica multimodale)
ottica monomodale)	$\geq 15\text{ km @ }1310\text{ nm}$ (fibra ottica monomodale)
potenza ottica multimodale)	da $-20\text{ dBm}$ a $-14\text{ dBm}$ (fibra ottica multimodale)
monomodale)	da $-5\text{ dBm}$ a $0\text{ dBm}$ (fibra ottica monomodale)
sensibilità ottica multimodale)	da $-34\text{ dBm}$ a $-30\text{ dBm}$ (fibra ottica multimodale)
ottica monomodale).	da $-36\text{ dBm}$ a $-32\text{ dBm}$ (fibra ottica monomodale).

#### 2.3.2.4. *Cavi, terminazioni ed accessori*

2.3.2.4.1. *Cavo FG7OR*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

2.3.2.4.2. *Cavo N07V-K giallo/verde*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

2.3.2.4.3. *Cavo ottico a tubetti dielettrici per posa da esterno con modulo a 8 fibre ottiche*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

2.3.2.4.4. *Cassetto ottico di giunzione e terminazione*

Il cassetto ottico deve essere predisposto per l'installazione a rack 19". Deve ospitare fino a 24 connessioni in fibra ottica e deve consentire una facile gestione delle bretelle. Deve prevedere gli ingressi cavo sul retro e laterali, gli ingressi laterali per i pigtail e la protezione anteriore per le connessioni frontali. Deve essere predisposto per il montaggio delle schede di giunzione per l'alloggiamento e la protezione dei giunti e prevedere un vassoio estraibile, dal lato anteriore, per un facile accesso alle fibre e alle giunzioni stesse.

L'elemento centrale in VTR dei cavi, deve poter essere ancorato al cassetto in maniera salda, utilizzando opportuni sistemi di fissaggio in grado di sopportare eventuali forze scaturite dal cavo stesso.

Le singole fibre all'interno del cassetto di terminazione devono poter essere gestite senza interferire su eventuali circuiti in esercizio; pertanto, l'accesso alle singole giunzioni allocate nei moduli deve avvenire senza la necessità di manipolare, o rimuovere i cablaggi.

Il cassetto deve ospitare bussole SC-PC duplex.

2.3.2.4.5. *Borchia ottica di giunzione e terminazione*

Nel caso in cui non è possibile utilizzare il cassetto ottico, per motivi di spazio, la stessa funzione può essere svolta da una borchia di giunzione e terminazione.

La borchia deve essere composta da un contenitore di materiale plastico a tenuta con grado di protezione minimo IP 53 in accordo con le raccomandazioni I.E.C. 529, composto da una base da fissare a parete predisposta con almeno 3 imbocchi per i cavi e/o le bretelle di apparato e da un coperchio di chiusura con viti e/o serratura di sicurezza a chiave tipo personalizzabile.

Il box deve poter essere installato all'interno di locali o di armadi stradali.

Al fine di garantire la massima protezione delle componenti interne al box gli imbocchi devono risultare chiusi da stampo, apribili in fase di installazione solo se e quando necessario ed in maniera che il foro sia adeguato al diametro del cavo. Devono essere inoltre disponibili sistemi di sigillatura degli imbocchi sia dei cavi, sia delle bretelle. La perfetta tenuta tra coperchio e base deve essere assicurata da un'adeguata guarnizione in profilato di gomma.

Alla borchia deve poter essere attestato qualunque tipologia di cavo: a tubetti, scanalato, a nastri, ecc. L'elemento centrale in VTR dei cavi, deve poter essere ancorato al box in maniera salda, utilizzando opportuni sistemi di fissaggio in grado di sopportare eventuali forze scaturite dal cavo stesso.

All'interno della borchia di terminazione devono trovare alloggio le giunzioni in appositi moduli di giunzione ed i connettori, in maniera tale da garantire la protezione meccanica ad entrambi.

L'apertura del coperchio del box deve consentire un immediato accesso ai cablaggi ottici, ai moduli necessari alla gestione delle giunzioni ed a quanto altro debba risultare facilmente raggiungibile durante i normali interventi di manutenzione e riconfigurazione. Le singole fibre all'interno del box di terminazione devono poter essere gestite senza interferire su eventuali circuiti in esercizio; pertanto, l'accesso alle singole giunzioni allocate nei moduli deve avvenire senza la necessità di manipolare, o rimuovere i cablaggi.

La borchia deve ospitare bussole SC/SC simplex o duplex e i moduli di giunzione per la completa attestazione di un cavo a 8 fibre ottiche multimodali 50/125.

#### 2.3.2.4.6. *Bretella di permutazione o patch cord*

La bretella di permutazione, o patch cord, deve essere realizzata con cavo in rame multifilare con guaina tonda del tipo LS0H. Deve essere terminata ad entrambe le estremità con un connettore a 8 posizioni RJ45 con prestazioni rispondenti alla Categoria 5E, con schema di cablaggio diritto conforme agli standard. I connettori devono essere resistenti alla corrosione da umidità, a escursioni termiche e agenti contaminanti, devono prevedere contatti in nichel e placcatura dorata ed essere dotati di cappuccio con protezione antiaggancio.

La bretella deve essere disponibile in lunghezze standard, in diversi colori per facilitarne l'identificazione e deve consentire la possibilità di inserire sui cappucci di protezione icone colorate.

La bretella deve essere certificata al 100% in laboratorio per prestazioni fino a 100 MHz ed essere interoperabile e retro-compatibile verso sistemi di categoria inferiore. Deve essere conforme alle specifiche e le prestazioni definite dagli Standard per la Categoria 5E/Classe D, garantire una banda utile fino a 100 MHz e avere prestazioni tali da poter realizzare un sistema end-to-end in grado di supportare applicazioni a 1 Gbit/s in conformità alla tabella dei parametri di canale della categoria di riferimento.

#### 2.3.2.4.7. *Bretella in fibra ottica*

La bretella in fibra ottica SM-R o MM deve essere costituita da un cavetto monofibra con rinforzo in kevlar, della lunghezza necessaria, attestato alle due estremità con connettori SC-PC con ferula in zirconia stabilizzata e bussola con sleeve in zirconia.

Il connettore per fibre ottiche deve essere caratterizzato da elevata ripetitività di inserzioni ed estrazioni (> 1000), bassa perdita di inserzione e di riflessione, elevata affidabilità e facile utilizzazione.

La fibra interna al cavetto deve essere di tipo identico a quella utilizzata per la formazione dei cavi utilizzati.

L'attenuazione massima della bretella monomodale deve essere pari a 0.41 dB/km @ 1310 nm e 0.25 dB/km @ 1310 nm; per la bretella ottica multimodale pari a 3.2 dB/km @ 850 nm e 0.9 dB/km @ 1300 nm

Ogni bretella deve essere identificata da un numero univoco, dal quale sia possibile risalire al preciso processo di produzione utilizzato per la fabbricazione, e deve essere accompagnata da apposita certificazione delle caratteristiche ottiche, quali perdita di inserzione e di ritorno; deve inoltre riportare la data di fabbricazione.

#### 2.3.2.5. *Opere in calcestruzzo e cavidotti*

2.3.2.5.1. *Magrone*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

2.3.2.5.2. *Calcestruzzo*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

2.3.2.5.3. *Cassaforme*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

2.3.2.5.4. *Acciaio*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura).

2.3.2.5.5. *Cavidotto corrugato doppia parete in PehD*

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

2.3.2.6. *Accessori*

2.3.2.6.1. *Guaina flessibile in PVC*

Guaina guidacavo in PVC plastificato con spirale di rinforzo in PVC rigido, superficie interna semiliscia per miglior scorrimento dei cavi, del diametro esterno fino a 51 mm e diametro interno fino a 45 mm, completo di raccordo scatola-guaina IP55, collarini di ancoraggio, autoestinguente non propagante la fiamma secondo norma CEI-EN 50086, a marchio IMQ.

**2.3.3. Modalità di esecuzione delle opere**

### **2.3.3.1. *Postazione periferica per il rilevamento dei dati meteorologici***

La postazione meteo periferica deve essere installata alla chilometrica riportata nei documenti progettuali e posata in opera sul lato banchina dell'autostrada.

Il palo meteo e la centralina elettronica devono essere installati su di un idoneo plinto di fondazione. Il palo deve essere corredato di tutti i sensori meteorologici previsti dal progetto e i sensori devono essere cablati alla centralina di controllo.

Per ciascuna postazione devono essere forniti in opera due sensori suolo da posare sotto il manto stradale dell'autostrada e da collegare alla centralina di controllo.

La centralina deve essere collegata alla linea di alimentazione e a quella di trasmissione dati, deve essere configurata, attivata e messa in servizio. Se necessario i sensori devono essere calibrati prima della messa in servizio.

### **2.3.3.2. *Postazione centrale di controllo e gestione***

La postazione centrale completa di unità hardware server e workstation devono essere installati presso il centro di controllo. Le unità devono essere fornite in opera complete di software e licenze.

Gli applicativi software devono essere configurati al fine di ottimizzare il funzionamento del sistema e devono essere operate le configurazioni, le impostazioni e le personalizzazioni richieste dalla Committente o dalla Direzioni Lavori.

Il sistema di controllo centrale deve essere attivato, deve prendere in carico le postazioni periferiche e deve essere messo in servizio.

### **2.3.3.3. *Apparati per trasmissione dati***

#### **2.3.3.3.1. *Posa dell'apparato media converter Ethernet***

L'apparato media converter deve essere installato all'interno dell'armadio LAN o dell'armadio tecnologico, mediante montaggio su idoneo subrack di contenimento o posandolo su di un ripiano o come nel caso degli armadi stradali su idonea guida DIN.

Deve essere collegato alla rete e alle periferiche secondo gli schemi di impianto e deve essere configurato secondo quanto indicato dalla Direzione

Lavori. Per i collegamenti devono essere utilizzate bretelle di permutazione o patch cord e bretelle ottiche di opportuna misura.

#### **2.3.3.4. Cavi, terminazioni ed accessori**

##### **2.3.3.4.1. Posa dei cavi**

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

##### **2.3.3.4.2. Giunzione e terminazione dei cavi**

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

##### **2.3.3.4.3. Posa della bretella di permutazione o patch Cord**

La bretella di permutazione deve essere collegata agli apparati o ai pannelli di permutazione sistemandola all'interno degli appositi anelli guidatavi. Durante la posa devono essere rispettate le indicazioni sul raggio minimo di curvatura per non compromettere la corretta geometria delle coppie, quindi le caratteristiche del cavo.

##### **2.3.3.4.4. Posa della bretella ottica**

La bretella ottica deve essere collegata agli apparati o ai cassette ottici di terminazione sistemandola all'interno dell'armadio rispettando le indicazioni sul raggio minimo di curvatura dettate dalla natura del cavo, in modo da non comprometterne le caratteristiche di trasmissione.

#### **2.3.3.5. Opere in calcestruzzo, scavi e cavidotti**

##### **2.3.3.5.1. Realizzazione di plinto**

Realizzazione di plinto per palo meteo, di caratteristiche (dimensioni e materiali) da sottoporre alla verifica ed all'approvazione della Direzione Lavori all'atto definitivo, sulla base del tipo e delle caratteristiche del palo meteo fornito.

Sono compresi:

lo scavo di fondazione a sezione obbligata in materie di qualsiasi natura e consistenza, asciutte o bagnate;

la fornitura in opera delle armature occorrenti di qualsiasi tipo, anche a cassa chiusa;

la fornitura in opera della cassaforme;

il getto del calcestruzzo;

il carico, trasporto a qualsiasi distanza a reimpiego, a rifiuto o a deposito e lo scarico;

la regolarizzazione delle scarpate in trincea; cespugli ed estirpazioni di ceppaie ecc.

#### **2.3.3.5.2. *Realizzazione di scavi e cavidotti***

Fare riferimento al documento CSA - Norme Tecniche, al capitolo contenente le prescrizioni dell'infrastruttura.

### **2.3.4. Precollaudato e collaudato**

#### **2.3.4.1. *Scopo***

Lo scopo del collaudato è quello di verificare il buon funzionamento e la corretta installazione dell'impianto, l'esercibilità dello stesso, il suo corretto inserimento all'interno del sistema di controllo e gestione del traffico della Committente, nonché la sua rispondenza agli standard, alle normative di riferimento e al progetto definitivo.

Il collaudato è effettuato mediante la definizione e l'esecuzione di ispezioni visive e misure sui vari componenti del sistema.

#### **2.3.4.2. *Generalità***

Prima di procedere ai test di collaudato e di accettazione specificati nel seguito, l'installazione del sistema deve essere completa, in ogni sua parte ed in ogni sito.

L'Impresa deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori un dettagliato programma di test che intende eseguire sul sistema installato. Se

tale programma è ritenuto non esaustivo o comunque incompleto, l'Impresa lo deve integrare seguendo le indicazioni della Direzione Lavori.

I test devono essere eseguiti in due fasi distinte:

una cosiddetta di precollaudo, a cura dell'Impresa;

l'altra, di collaudo, eseguita sempre dall'Impresa, ma alla presenza di un collaudatore nominato dalla Committente.

Nella fase di precollaudo devono essere eseguite misure ed ispezioni sul 100% della fornitura, nella fase di collaudo devono essere effettuate verifiche e test a campione.

Al termine delle operazioni di collaudo, deve essere prodotta la documentazione necessaria per la presa in carico del sistema da parte della Committente e per la sua successiva manutenzione.

L'Impresa è responsabile degli eventuali inconvenienti che dovessero verificarsi sull'impianto prima del collaudo e, all'occorrenza di tali inconvenienti, deve provvedere alla regolarizzazione degli impianti stessi a sua cura e spese, entro i termini previsti per l'esecuzione del collaudo medesimo.

#### **2.3.4.3. *Misure ed ispezioni visive di collaudo***

Il collaudo deve verificare i seguenti fattori sostanziali:

- completezza della fornitura;
- qualità delle apparecchiature fornite;
- corretta installazione;
- funzionalità dell'impianto.

Per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto, devono essere effettuate verifiche sul funzionamento dei sensori meteorologici e di quelli stradali prendendo come riferimento una strumentazione di misura esterna in regime di calibrazione. Deve essere verificato il processo di memorizzazione dei dati in locale da parte delle postazioni periferiche e l'invio dei dati alla postazione centrale. Deve essere controllato il funzionamento degli applicativi software, la gestione dei dati, la generazione e la gestione degli allarmi, la presentazione e la pubblicazione dei dati, ecc...

#### **2.3.4.4.      *Modalità operative***

Prima dell'effettuazione del collaudo, l'Impresa appaltatrice deve fornire alla Committente la documentazione di seguito elencata:

- as-built del sistema/impianto;
- lo schema logico del sistema/impianto;
- lo schema dei collegamenti dell'impianto;
- lo schema degli armadi di contenimento degli apparati;
- lo schema dell'equipaggiamento di tutti gli apparati;
- lo schema dei cablaggi dei dispositivi;
- layout dei locali tecnologici con indicazione degli apparati e degli accessori;
- la documentazione tecnica dei dispositivi, dei materiali e degli accessori forniti in opera;
- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati (L.46/90);
- la scheda attestante i risultati delle misure e delle ispezioni visive eseguite nel precollaudo di ogni sito.

I termini di esecuzione del collaudo sono concordati fra il Collaudatore, all'uopo nominato dalla Committente e l'Impresa.

A collaudo effettuato con esito favorevole, il Collaudatore autorizza la liquidazione del conto finale dei lavori in oggetto. In caso di collaudo con esito non favorevole, la risoluzione delle anomalie riscontrate deve essere effettuata entro i limiti stabiliti dal Collaudatore. Inoltre, a seguito di formale segnalazione da parte del Collaudatore medesimo, la Committente non darà luogo alla liquidazione dei lavori, fino al successivo invio dello stesso verbale di collaudo comprovante l'avvenuta rimozione delle irregolarità precedentemente riscontrate e quindi l'esito positivo.

#### **2.3.4.5.      *Adempimenti dell'impresa appaltatrice***

Per tutta la durata del collaudo, l'Impresa è tenuta a garantire la presenza di personale responsabile in grado di prendere provvedimenti a seguito di eventuali rilievi mossi dal Collaudatore; la mancanza di tale requisito preclude l'avvio delle operazioni di collaudo.

L'Impresa è inoltre tenuta a fornire a sue spese i mezzi, il personale, gli attrezzi e la strumentazione necessari per tutto il tempo di esecuzione del collaudo.

Gli oneri relativi all'impiego, da parte della Committente, di personale e mezzi per l'esecuzione di un collaudo risultato negativo, sono a carico dell'Impresa appaltatrice.

#### **2.3.4.6. *Determinazione del campione da sottoporre al collaudo***

La consistenza degli apparati, degli accessori e la percentuale dell'installato da sottoporre al collaudo sono definiti sulla base delle misure di precollaudo.

Considerato il modesto numero di postazioni periferiche, il collaudo deve essere al 100%.

Le funzionalità del sistema centrale, hardware e software, devono essere collaudate al 100%.

#### **2.3.4.7. *Criteri di accettazione di rifiuto del collaudo***

L'esito del collaudo si definisce positivo quando tutte le misure e le ispezioni visive eseguite risultano conformi alle specifiche tecniche richieste. La formalizzazione dell'esito positivo del collaudo avviene mediante la firma e la consegna del verbale di collaudo.

L'esito del collaudo si definisce negativo quando almeno una delle misure e/o delle ispezioni visive previste ha esito negativo. Tale evenienza deve essere notificata per iscritto dal Collaudatore all'Impresa e, successivamente, devono essere concordati i termini per la regolarizzazione delle anomalie riscontrate e fissata la data del nuovo collaudo. Il nuovo campione da sottoporre al collaudo deve essere quantitativamente equivalente a quello precedentemente scelto.

Infine, nel caso in cui i valori rilevati in sede di collaudo, pur rientrando nei limiti di accettazione, si discostano da quelli delle misure di precollaudo ben oltre la tolleranza strumentale dichiarata dalla casa costruttrice degli strumenti, determinando così una perdita di affidabilità delle misure di precollaudo stesse, l'Impresa appaltatrice è tenuta a rieseguire a sue spese le misure di precollaudo. In tale caso il collaudo deve essere sospeso fino alla presentazione delle nuove misure di precollaudo.

## 2.4. SISTEMA DI SOCCORSO SOS

### 2.4.1. Premesse

Nel seguito sono elencate le caratteristiche peculiari del sistema di soccorso alla viabilità.

Per quanto non espressamente riportato, ed in particolar modo per le opere infrastrutturali quali scavi, ripristini ed opere in calcestruzzo, si faccia riferimento alla parte di Prescrizioni tecniche relative all'Infrastruttura.

#### 2.4.1.1. *Affidabilità del sistema*

Considerata l'importanza del sistema di soccorso alla viabilità SOS, il progetto richiede, come requisito fondamentale, che l'affidabilità del sistema sia garantita a tutti i livelli, dalla qualità degli apparati forniti ai valori di MTBF, dalle protezioni di apparato a quelle di rete.

#### 2.4.1.2. *Espandibilità del sistema*

Gli apparati devono garantire l'espandibilità del sistema, in termini sia di equipaggiamento che di funzionalità.

#### 2.4.1.3. *Manutenibilità del sistema*

Il sistema deve essere in grado di eseguire le operazioni di diagnosi degli apparati costituenti il sistema stesso.

La diagnostica deve essere effettuata con continuità ed in tempo reale, permettendo l'immediata individuazione di ogni malfunzionamento.

### 2.4.2. Caratteristiche del sistema

Il Sistema di Soccorso alla Viabilità deve permettere:

- la disponibilità di un canale di fonia per il colloquio tra l'automobilista e l'operatore della Sala Controllo;
- l'acquisizione di più chiamate di soccorso contemporanee (in futuro quando saranno installate più tratte).

#### 2.4.2.1. *Architettura del Sistema di Soccorso alla Viabilità*

Il sottosistema SOS è suddiviso in:

- Sala Controllo

L'operatore di Sala Controllo acquisisce e gestisce le chiamate di soccorso provenienti dalle colonnine.

- Casello

Gli apparati di casello telealimentano, utilizzando due coppie in rame, le colonnine da cui ricevono la fonia ed i dati tramite il modem numerico con tecnologia ISDN o numerica di caratteristiche trasmissive superiori;

- Colonnine

Sono i terminali a disposizione dell'automobilista, presenti sulle banchine, per l'invio di richieste di soccorso e per il dialogo con l'operatore della Sala di Controllo.

In sintesi le caratteristiche sono:

- suddivisione della autostradale in tratte;
- utilizzo di due coppie in rame per il collegamento dei Caselli con le colonnine di competenza;
- telealimentazione delle colonnine, sulle due coppie in rame, dal casello/shelter di competenza;
- trasmissione di fonia in tecnica numerica ISDN o di caratteristiche trasmissive superiori;
- possibilità di trasmissione di dati/immagini dalle colonnine.

#### **2.4.2.2. *Principi di funzionamento***

##### **2.4.2.2.1. *Chiamata da periferia***

In condizioni di riposo, la telealimentazione è disponibile tra i due fili della linea ausiliaria e sul circuito virtuale della linea di comunicazione.

Tutti i circuiti di potenza sono isolati dalle linee con assorbimento quasi nullo (è alimentata a bassissimo consumo la sezione diagnostica).

L'utente invia una richiesta di soccorso, premendo uno dei pulsanti di chiamata: il circuito di prelievo della telealimentazione acquisisce l'informazione del tasto interessato, ne memorizza lo stato e invia un criterio d'occupazione linea al telealimentatore di stazione.

Quest'ultimo provvede, di conseguenza, a codificare la condizione di «linea occupata» riconosciuta da tutte le colonnine presenti sulla stessa tratta.

In queste condizioni non è più presente la differenza di potenziale, che consente di dare inizio al processo di attivazione dei circuiti di potenza, con l'effetto immediato di impedire l'accesso alla linea a più di una postazione.

La tensione equipotenziale presente sui fili della linea ausiliaria consente la connessione, alla postazione che ha impegnato la linea, del convertitore DC/DC al potenziale di riferimento negativo per il prelievo dell'energia necessaria all'alimentazione dei circuiti.

L'alimentazione della sezione dei circuiti digitali dà inizio al processo di scambio dei dati con la Sala Controllo per stabilire la connessione.

Il modem periferico è considerato un vettore trasparente di informazioni che trasferisce dati, presenti in I/O sulle porte parallele, sulla linea di trasmissione in cavo in formato numerico. I modem di casello e di Sala Controllo restituiscono i dati trasmessi su porta seriale.

I dati trasmessi dal terminale periferico individuano il tipo di servizio richiesto e la localizzazione della colonnina. Questi dati, ricevuti dal modem di casello, sono inoltrati alla Sala Controllo e gestiti, via seriale, dalla workstation di controllo che provvederà al loro processo grafico ed alla comunicazione con l'operatore.

Il telealimentatore di casello, in questa primissima fase, prosegue la sua attività di risposta alla chiamata esclusivamente su base hardware, inviando in linea i messaggi di cortesia registrati.

L'operatore del Centro Operativo invia un comando, utilizzando il PC, per iniziare la conversazione con l'utente che ha richiesto il soccorso. Sulla colonnina, sulla quale s'illumina il led di conferma di chiamata acquisita, s'interrompe la ricezione dei messaggi di cortesia e si stabilisce il collegamento audio periferia-centro.

Il casello fornisce al Centro Operativo l'informazione della presenza di una seconda richiesta di soccorso, quando è in atto la conversazione con il primo richiedente SOS, proveniente dalla stessa tratta.

L'Operatore della Sala Controllo ha facoltà, a sua discrezione, di interrompere la conversazione in atto od attendere il termine della richiesta in essere per accettare la nuova richiesta di SOS.

Sulla colonnina, utilizzata dal secondo utente del SOS, è illuminato il led indicatore di linea impegnata. Quando si libera la linea si spegne il led di occupato ed il secondo utente ha facoltà, premendo il pulsante, di

richiedere il soccorso desiderato.

Al termine della connessione il telealimentatore di casello pone temporaneamente la linea nello stato di «reset».

L'assenza di una differenza di potenziale, quindi di energia, disattiva tutti i circuiti, azzerando dispositivi con memoria e sconnette dalla linea l'unità di gestione. Il sistema ritorna nello stato di riposo.

#### 2.4.2.2.2. *Diagnostica*

L'attività diagnostica della tratta ha caratteristiche analoghe alle chiamate di soccorso con alcune modifiche operative.

L'inizio delle operazioni diagnostiche è stabilito dalla Sala Controllo che invia il comando relativo ai gestori di tratta. I telealimentatori dei caselli, ricevuto il comando, attivano, sulla linea ausiliaria, la procedura di chiamata selettiva ciclica delle colonnine di tratta di pertinenza.

Il casello di ciascuna tratta invia sulla linea ausiliaria una serie di impulsi con l'informazione codificata dei comandi e d'indirizzamento di colonnina.

I bit di indirizzo diagnostico sono confrontati con quelli programmati tramite ponticelli sul cablaggio di caratterizzazione di ogni Unità Gestione Colonnina (UGC), situata in apposito armadio stradale.

La UGC interessata si attiva, con le medesime modalità di una normale richiesta di SOS (alimentazione schede, inizializzazione modem) trasmettendo i dati con le informazioni diagnostiche.

I dati di diagnosi dalle colonnine sono inoltrati alla workstation di Sala Controllo che li elabora.

La workstation della Sala Radio, conclusa la diagnosi della colonnina di turno, invia, ai telealimentatori di tratta, il comando per terminare l'impegno della linea (criterio di reset) ed attivare la successiva colonnina della tratta e proseguire il ciclo di diagnostica sino ad aver interpellato tutte le colonnine di ciascuna tratta.

I criteri di gestione del ciclo di telediagnosi (impulsi di diagnosi, reset linea, intervallo di attesa, reset logica diagnostica) consentono l'analisi di tratta in max. 30 minuti ed agli automobilisti di inviare una chiamata di soccorso anche durante il ciclo di telediagnosi.

La richiesta di diagnosi è completata dal casello che invia i dati relativi alla propria efficienza.

#### 2.4.2.2.3. *Stati di Telealimentazione*

Lo stato della tratta è segnalato dalla telealimentazione, presente sui fili delle due coppie, mediante criteri in corrente e tensione.

Si individuano più stati della subtratta con associate le diverse condizioni di tensione tra i fili a, b delle coppie.

In funzione della telealimentazione, le colonnine riconoscono lo stato della subtratta e predispongono l'interblocco reciproco senza impegnare energia.

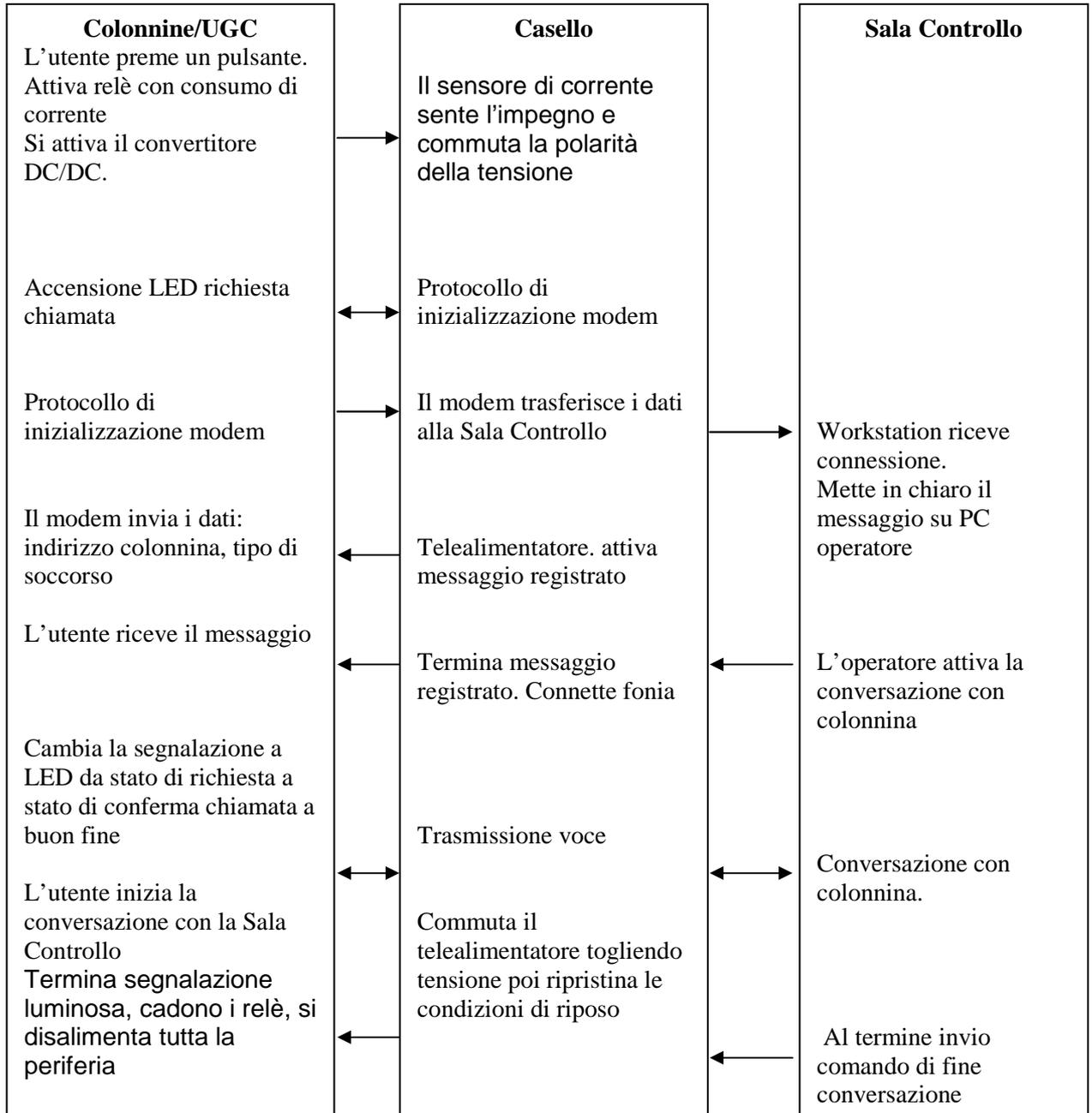
I telealimentatori di tratta attivano la telealimentazione, analizzando l'assorbimento di energia da parte delle colonnine, e, successivamente, eseguono gli ordini inviati dalla workstation della Sala Controllo tramite il canale dati.

Devono essere presenti sul frontale del telealimentatore almeno le segnalazioni luminose circa lo stato di:

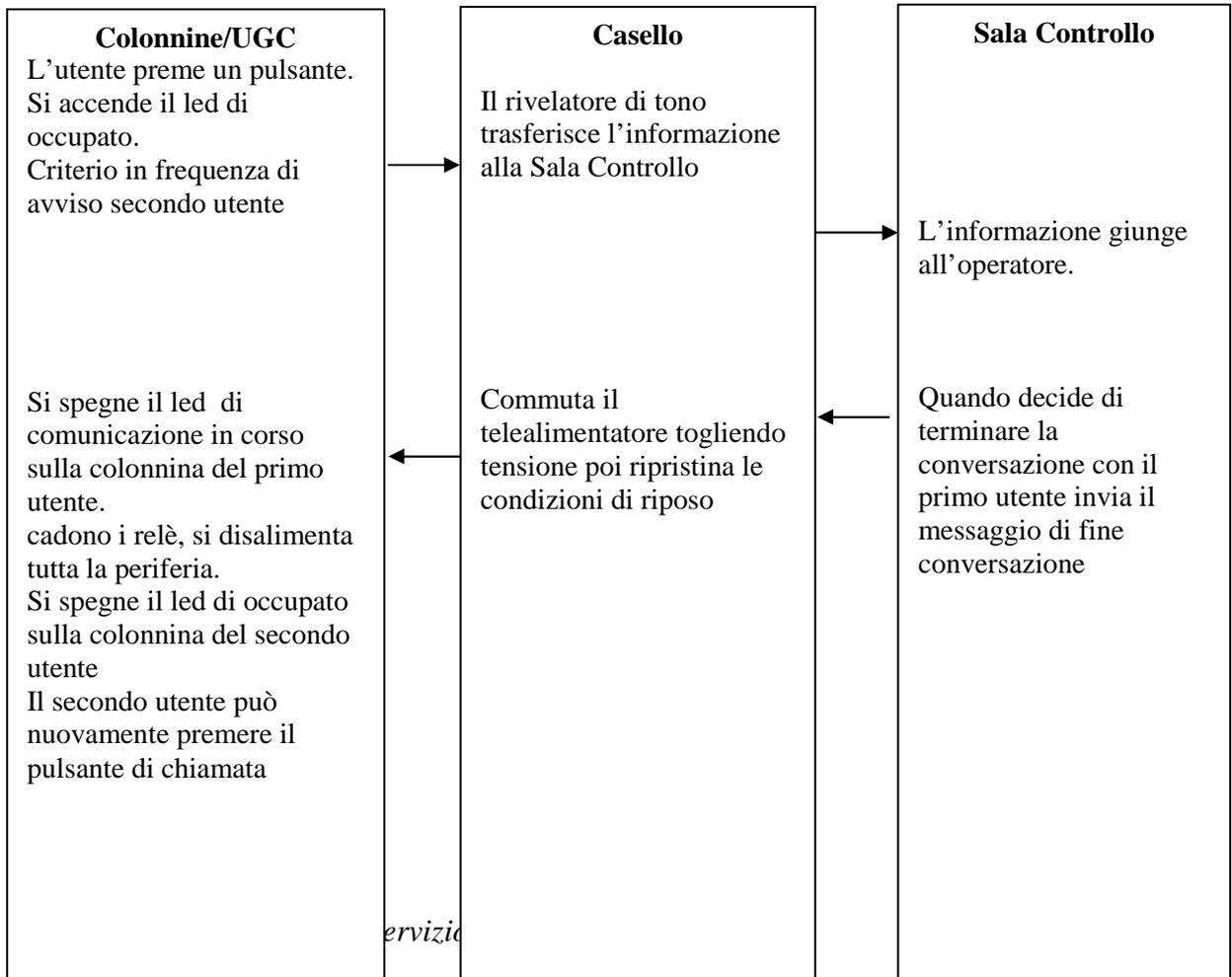
1. convertitore DC/DC alimentato;
2. è in atto un impegno del sistema SOS;
3. corrente di telealimentazione fuori norma;
4. tensione di telealimentazione fuori norma;
5. anomalo funzionamento de convertitore DC/DC;
6. funzionamento in stand- by normale;
7. funzionamento della sezione logica di processo.

**2.4.2.3. Specifiche di Funzionamento**

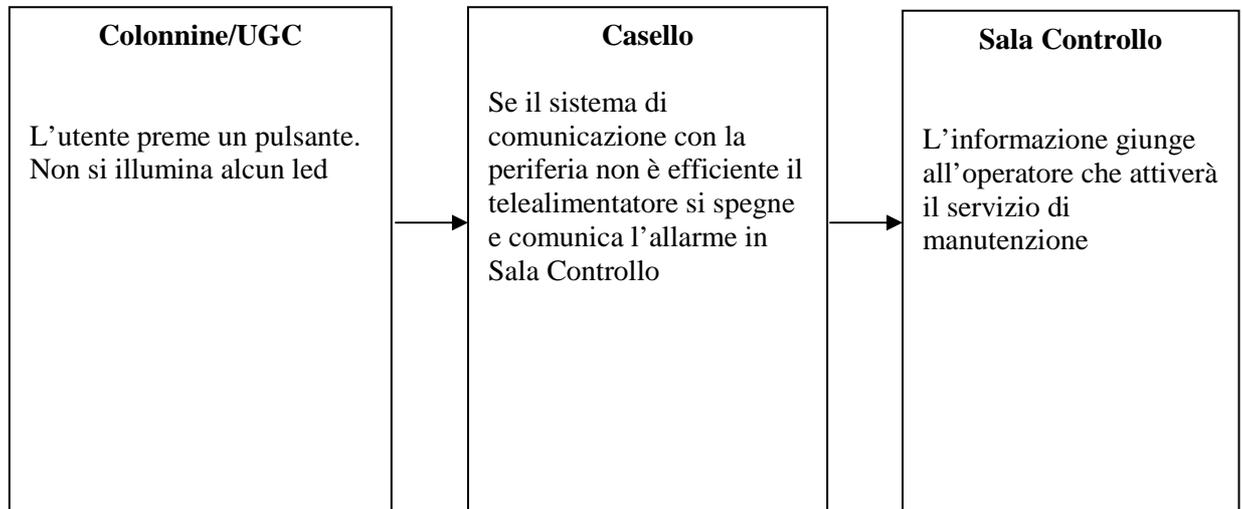
**2.4.2.3.1. Chiamata SOS a buon fine**



2.4.2.3.2. *Richiesta SOS con impianto occupato*

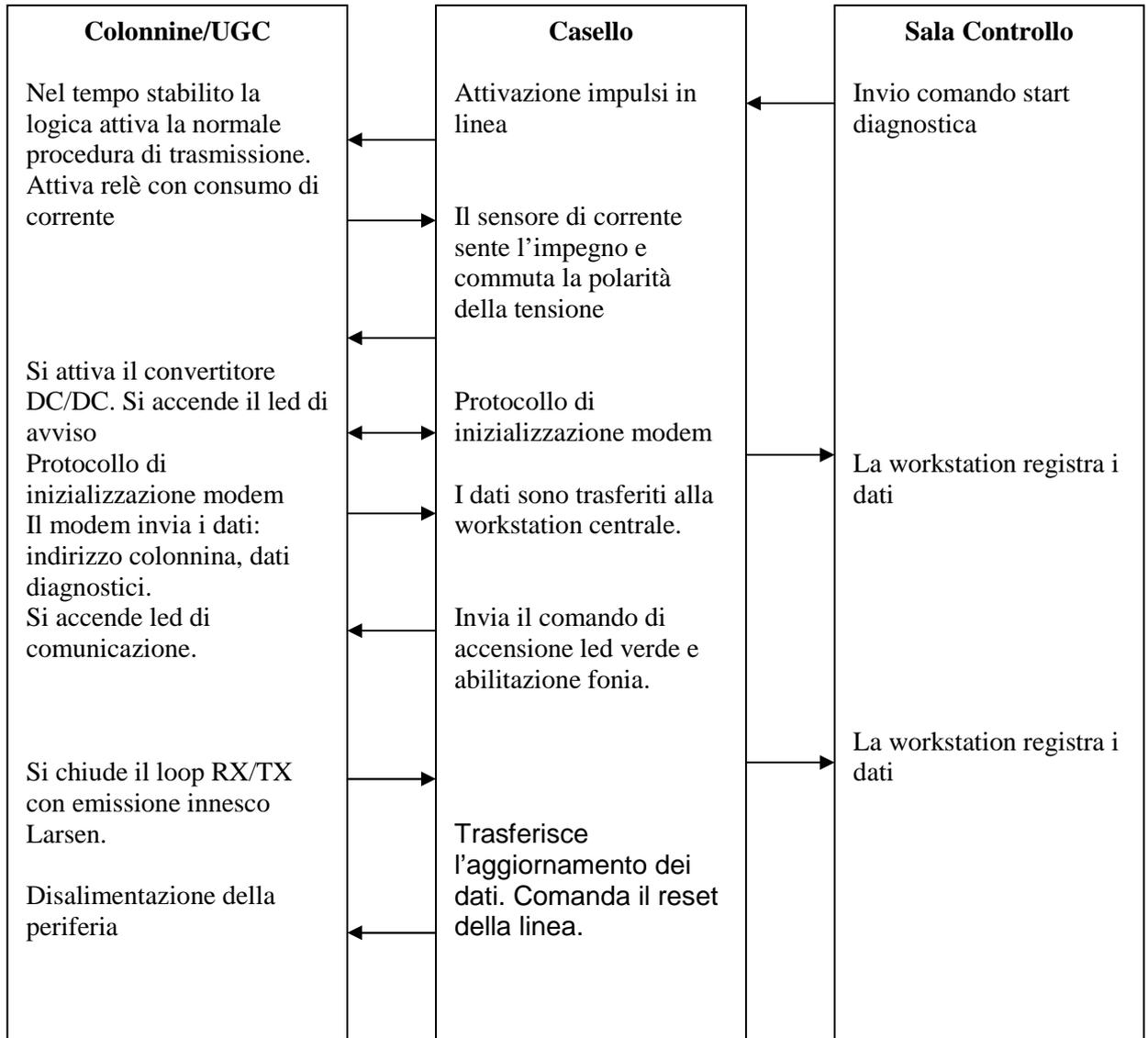


2.4.2.3.4. Casello fuori servizio



2.4.2.3.5. *Trasmissione diagnostica di colonnina*

Ciascuna colonnina dispone di un processore programmato attivato da un comando centralizzato dalla Sala Controllo.



#### 2.4.2.4. *Qualità e Provenienza dei Materiali e delle Apparecchiature*

##### 2.4.2.4.1. *Sala Controllo*

La Sala di Controllo è il centro operativo della tratta autostradale ed è equipaggiata con terminali video e telefonici destinati agli operatori e con gli apparati di comunicazione con le colonnine.

Sulla tratta deve poter operare una “postazione operatore” dotata di terminale video (Personal Computer dedicato) e di apparato di comunicazione (microtelefono).

Il traffico di direttrice deve prevedere la gestione di almeno 10 tratte (in previsione della futura espansione del sistema).

##### 2.4.2.4.2. *Colonnine e Unità di gestione Colonnine*

La postazione periferica SOS è costituita da:

- Unità di Gestione Colonnine
- Colonnine SOS

La “Unità di Gestione Colonnine”, che si trova all’interno dell’armadio stradale, invia e riceve le informazioni in ingresso/uscita con le colonnine, trasferisce la fonia sul cavo di dorsale e comunica i dati identificativi alla Sala Controllo.

All’unità di gestione, derivata dal cavo principale di comunicazione, sono collegate le colonnine disposte lungo la carreggiata.

##### 2.4.2.4.2.1. *Logica di gestione del terminale periferico*

Il terminale periferico è suddiviso in tre schede:

- Interfaccia fonia/dati colonnina
- Prelievo TAL e interfaccia di linea
- Modem

La logica di gestione scambia criteri con le tre schede precedenti con un’architettura a microcontrollore di consumo minimo.

Data la particolare struttura dei circuiti, articolati in blocchi con alimentazioni e funzioni variabili, si possono distinguere due gruppi di logica di gestione indipendenti:

- logica di processo generale, comune a tutte le schede, implementata con un'architettura a microprocessore (CPU con flash eeprom, I/O) nella scheda Interfaccia fonia/dati colonnina.
- sezione diagnostica, relativa alla scheda di Prelievo TAL e interfaccia linea, con alimentazioni indipendenti.

L'interfacciamento con il resto dei circuiti è sempre effettuato tramite I/O con criteri di durata fissa o variabile, logica di stato e di transizione, livelli logici a 5V e 12V, temporizzazioni di varia natura.

L'hardware è di tipo a basso consumo, di versione industriale, alimentato a 5V con interfacciamento a circuiti optoisolati.

#### 2.4.2.4.2.2. *Logica di gestione Alimentatore – Interfaccia di linea*

##### **Ingressi**

- Indica che è attiva una colonnina piuttosto che l'altra (simboleggia una direzione di marcia)
- Uscita da porta parallela del modem. Comando di disabilitazione pulsanti colonnine
- Ingressi di programmazione Indirizzo colonnina. Corrispondono a ponticelli aperti/chiusi su connettore esterno.

La loro combinazione caratterizza l'indirizzo associato ad ogni colonnina da trasmettere via modem al posto di controllo. Questi ingressi non sono legati all'hardware della scheda.

##### **Uscite**

- Stato continuo durante fasi particolari (colonnina attiva, diagnosi colonnina in corso).
- Blocco pulsanti colonnina.

#### 2.4.2.4.2.3. *Logica di gestione Interfaccia Colonnina (UGC)*

##### **Ingressi**

- Indica che è stato premuto il pulsante di richiesta Soccorso Medico sulla colonnina.
- Indica che è stato premuto il pulsante di richiesta Soccorso Meccanico sulla colonnina.
- Indica che è stato premuto il pulsante di richiesta Soccorso Incendio sulla colonnina.

- Indica che è stata attivata una richiesta di diagnosi della colonnina da parte della logica di diagnostica.
- Indica il risultato del controllo dei led della colonnina.
- Uscita da porta parallela del modem. Abilita l'accensione del led di comunicazione colonnina. Indica la presenza dell'innesco Larsen durante la prova diagnostica della fonia di colonnina.

#### **Uscite**

- Attivazione loop acustico viva-voce della colonnina.
- Comandi di accensione segnalazioni LED colonnina
- Comando di attivazione fonia colonnina verso modem.
- Uscite dati per porta parallela input modem.
- Uscita di convalida dei dati paralleli.

#### *2.4.2.4.2.4. Logica di diagnostica*

#### **Ingressi**

- Indica il criterio di inizio delle operazioni di diagnostica.
- Ingressi di programmazione della temporizzazione della diagnostica.

#### **Uscite**

- Abilita la diagnostica della colonnina

#### *2.4.2.4.2.5. Funzionalità logica di diagnostica*

La diagnostica è comandata da ogni casello sulla tratta di propria competenza mediante applicazione di tensione impulsiva codificata secondo l'indirizzo della colonnina da interpellare.

La variazione della tensione e la sua codifica di durata sono i criteri guida delle operazioni.

Il criterio attiva tutti i circuiti del terminale periferico secondo la normale procedura (alimentazione convertitore DC/DC, inizializzazione, trasmissione dati su modem, ecc.).

I risultati del test, comprensivi della prova led sono trasmessi al modem.

La Sala Controllo che acquisisce i dati fa iniziare al casello di competenza la procedura di reset.

In questo modo, mediante impulsi di tensione in linea il sistema attiva in sequenza tutti i terminali periferici.

Il ciclo diagnostico deve sempre essere azzerato dall'attività normale di chiamata e conversazione sulla tratta.

Il criterio di codifica diagnostica è utilizzato anche per attivare e ripristinare le colonnine che fossero state messe fuori servizio su telecomando del Posto di Controllo.

#### 2.4.2.4.2.6. *Funzionalità logica generale*

In condizioni di riposo tutti i dispositivi logici non sono alimentati. Solo la logica di diagnostica è alimentata a basso consumo dalla linea ausiliaria.

L'hardware delle schede provvede a riconoscere autonomamente i criteri di attivazione ed a inviare al casello le informazioni iniziali.

L'attivazione di un pulsante della colonnina provoca una circolazione di corrente nell'alimentazione della linea ausiliaria tra i fili A e B.

La circolazione di corrente nel sensore di casello provoca la variazione dei valori di tensione applicati tra il filo A e B.

Al termine dello startup e dell'inizializzazione del microcontrollore viene data alimentazione alla scheda modem e alla colonnina e accoppiato in linea il modem.

I dati di indirizzo del terminale periferico sono programmati tramite codifica binaria su connettore esterno.

Il modem, terminata la fase di protocollo iniziale, trasmette in continuazione i dati.

Il Posto di Controllo, a conferma dei dati ricevuti invia il comando di trasmissione dal casello dei messaggi di cortesia e della segnalazione sulla colonnina dello stato di comunicazione in corso.

La conversazione tra l'utente e il Posto di Controllo avviene mediante scambio fonico sulla linea numerica.

#### 2.4.2.4.2.7. *Unità di Gestione Colonnine (UGC)*

L'unità di gestione rappresenta l'elemento «intelligente» del sistema periferico, in grado di coordinare tutte le azioni che riguardano le

colonnine e scambiare con la Sala Controllo le informazioni inerenti all'attività di soccorso.

E' costituita da un complesso di schede elettroniche, contenute all'interno di un contenitore stagno posto all'interno dell'armadio stradale.

Contiene le seguenti schede:

- Prelievo telealimentazione ed interfaccia linea
- Interfaccia fonia/dati colonnine
- Modem numerico terminale periferico
- Scheda ausiliaria

Le schede che costituiscono l'unità di Gestione sono inserite in un cestello di sostegno costituito da una struttura chiusa in profilato d'alluminio.

Le schede sono interconnesse tramite bus di fondo a circuito stampato.

Le schede sono dotate di connettori tipo a vaschetta, ai quali, mediante cablaggio di interfaccia, sono collegati i connettori stagni posti all'esterno della custodia.

Il cestello è predisposto per accogliere una scheda per future evoluzioni.

Il cestello è inserito a pressione all'interno del contenitore stagno mediante supporti guida in materiale elastico per ottenere un posizionamento ottimale, resistenza alle vibrazioni e facilità di estrazione.

### **Scheda “Prelievo TAL e interfaccia linea”**

La scheda ha il compito di prelevare la tensione di telealimentazione dalle due coppie del cavo principale e fornire alimentazione al convertitore DC/DC. In unione alla scheda di interfaccia colonnine il circuito gestisce le alimentazioni, le richieste di impegno linea, le segnalazioni alle colonnine, le disabilitazioni e le telediagnosi.

L'azionamento di un tasto sulle colonnine attiva il circuito di richiesta d'impegno, che collega alla telealimentazione il convertitore DC/DC, per alimentare tutti i circuiti.

L'interfaccia verso i tasti di chiamata e i led di segnalazione opera, con circuiti alimentati in modo autonomo, direttamente dalla linea per utilizzare i criteri di “libero” ed “occupato” generati dal telealimentatore di casello.

Un circuito di diagnostica, alimentato dai fili A e B della linea ausiliaria a bassissimo consumo, provvede al riconoscimento degli impulsi di comando provenienti dalla centrale operativa ed alla procedura di diagnosi delle colonnine (indicatori ottici, circuiti fonici). Tramite questo circuito è possibile anche riattivare le colonnine eventualmente messe intenzionalmente fuori servizio.

#### *Caratteristiche tecniche*

- Tensione di telealimentazione: variabile tra 50 e 100 Vcc
- Potenza assorbita:  $\leq 6W$
- Tensione uscita DC/DC: +5V, +12V
- Temperatura di lavoro:  $-15 \div +50^{\circ}C$
- Assorbimento a riposo:  $\leq 1 \text{ mA}$
- Segnalazione 2° richiesta: livello 0 –10 dBV
- Logica diagnostica: microcontrollore  
EPROM  
RAM interna  
reset interno  
watchdog interno

#### **Scheda “Interfaccia fonia e dati colonnine”**

La scheda ha il compito di interfacciare i pulsanti di chiamata delle colonnine e le relative segnalazioni con il modem numerico.

La logica di gestione, organizzata a microprocessore, effettua i collegamenti logici con le colonnine e con il modem tramite le uscite parallele e le I/O seriali.

**La fonia RX/TX proveniente dalle colonnine è inviata agli ingressi del modem per essere trasmessa alla Sala controllo.**

#### *Caratteristiche tecniche*

- Corrente di imp. tasti/segnalazioni:  $\leq 10 \text{ mA}$
- Assorbimento energia:  $\leq 1W$
- Logica di gestione: microcontrollore

Flash EPROM

RAM

Convertitore A/D 8 bit

Firmware aggiornabile via seriale

### **Scheda modem digitale “Terminale periferico”**

La scheda modem digitale ha la funzione di trasmissione delle informazioni dati/voce provenienti dalle colonnine.

Realizzata su singola scheda comprende:

- un CPU microcontroller e relativi banchi di memoria Flash-Eprom (contenente il Firmware ed i Parametri di configurazione) e SRAM (area di lavoro);
- una interfaccia verso il doppino;
- una porta parallela I/O verso la logica generale di gestione;
- una interfaccia seriale asincrona RS485.

Le funzioni implementate sono:

- comunicazione numerica verso la dorsale in rame e gestione dei flussi dati/voce: un canale è dedicato al segnale di fonia mentre il secondo è dedicato alla comunicazione dati;
- comunicazione con dispositivi esterni (es. telecamera, pannello grafico), mediante porta seriale asincrona RS485;
- comunicazione con le schede dell'Unità di Gestione tramite ingressi e uscite di porte parallele.

La scheda è realizzata secondo modulo standard Eurocard.

#### **2.4.2.4.2.8. Colonnina SOS**

La colonnina SOS è composta di una struttura meccanica di idonee forme e dimensioni, contenente gli organi per la fonia (microfono + altoparlante) e per le chiamate (tasti + led di segnalazione).

All'interno della colonnina sono posti:

- altoparlante tipo 3W 16 ohm fissato in corrispondenza delle feritoie

- microfono ad elettrete fissato in corrispondenza delle feritoie
- microfono di cancellazione rumore
- circuito stampato di supporto a tasti e led
- circuito stampato elettronica di gestione
- morsettiera di attestazione cavi
- connettore presa RS485

Microfono e altoparlante sono fissati al frontale mediante supporti antivibrazioni a tenuta stagna.

I tasti di richiesta soccorso sono costituiti da particolari meccanici, (un contatto in chiusura), a basso profilo a tenuta stagna, inseriti su un circuito stampato fissato direttamente al frontale. I led di segnalazione devono essere di dimensioni visibili anche in condizioni di illuminazione non ottimale.

I pulsanti devono essere realizzati con pellicole riflettenti tali da garantirne la visibilità anche in caso di scarsa illuminazione.

Sul fondo della struttura è fissata una morsettiera per l'attestazione dei cavi provenienti dal mondo esterno.

### **Blocco Fonia/Tasti**

Il circuito Fonia/Tasti della colonnina ha il compito di trasferire all'Unità di Gestione le informazioni del tasto interessato (Ambulanza, Meccanico, Vigili del fuoco) e pilotare le conseguenti segnalazioni.

E' possibile aggiungere informazioni locali ausiliarie (estintori, contatti di servizio). E' presente anche una presa seriale RS485 per la trasmissione di dati e/o segnali video a 64Kbps (ad es. pannello grafico).

**La fonia in viva-voce è assicurata da un complesso microfono/altoparlante per una potenza di circa 3W.**

L'alimentazione a 12Vcc è fornita dall'Unità di Gestione.

### **Caratteristiche tecniche**

- Tensione di alimentazione: 12V
- Potenza assorbita: 2W
- Livello segnale ingresso RX: 0 dB

- Livello uscita segnale TX: 0 dB
- Potenza in altoparlante: min 1W

## **2.4.2.5. Modalità di Esecuzione delle Opere**

### **2.4.2.5.1. Generalità**

Per quanto concerne l'installazione degli apparati, la realizzazione delle terminazioni, la tipologia di cavi, connettori e strisce da utilizzare e la metodologia di cablaggio si deve fare riferimento alle normative tecniche di pertinenza e alle indicazioni impartite dalla Direzione Lavori.

### **2.4.2.5.2. Colonnina e Unità di Gestione Colonnina**

La colonnina dovrà essere assicurata alla piastra di nuova fornitura fissata sul basamento. Dovrà essere cablato il blocco fonìa dati della colonnina con l'Unità di Gestione Colonnina che si all'interno dell'armadio stradale tramite cavo in rame 10 coppie.

L'Unità di Gestione Colonnina deve essere collegata a due coppie del cavo di dorsale; all'interno dell'armadio dovrà trovare posto anche la terminazione del cavo in rame di dorsale come riportato anche sugli elaborati grafici.

## **2.4.2.6. Qualità e provenienza dei materiali e dei componenti per la realizzazione delle opere elettriche**

### **2.4.2.6.1. Cavi in Rame Isolati in Polietilene, Tamponati, Schermati, con Guaina Esterna in Polietilene, Non Armati**

Il presente paragrafo riguarda cavi con conduttori di rame del diametro nominale di 0,9 mm, isolati in polietilene, formati a coppie con cordatura a gruppi di 10, tamponati, con protezione costituita da un nastro di alluminio biplaccato applicato longitudinalmente e termosaldato alla guaina esterna di polietilene, non armati (nudi), adatti per posa in tubazione.

#### **2.4.2.6.1.1. Caratteristiche e Costituzione del Cavo**

Il conduttore deve essere costituito da un filo cilindrico di rame rosso ricotto, avente caratteristiche omogenee.

Normalmente, in ogni pezzatura non devono esserci giunti nei conduttori. Qualora risultassero necessari alcuni giunti, devono essere effettuati mediante saldatura testa a testa eseguita o elettricamente, senza apporto

di metalli, o con lega di argento, senza apporto di acidi, o a freddo. Nella giunzione il diametro deve essere non inferiore a quello del filo continuo e non devono esservi asperità tali da danneggiare il rivestimento del filo stesso. La resistenza elettrica ed il carico di rottura di un filo giuntato devono essere compresi entro gli stessi limiti specificati per i fili non giuntati.

Ciascun conduttore deve essere rivestito di uno strato isolante di polietilene espanso del tipo FOAM-SKIN.

Nel processo di produzione del cavo, un opportuno dispositivo di controllo deve essere inserito in linea per controllare l'eccentricità dell'isolante.

I conduttori devono presentare un numero di falle inferiore ad 1 / 150 km di anima isolata. Non sono ammesse riparazioni delle falle.

Nella formazione delle coppie la binatura deve essere fatta col metodo dell'elica chiusa.

Nelle coppie non sono ammesse giunzioni di fabbrica. E' però ammessa la riparazione delle falle mediante saldatura con polietilene a caldo, o con altra tecnica equivalente da concordare con la Committente e, comunque, in quantità non superiore ad 1 riparazione / 150 km di anima, da dichiarare nel bollettino di collaudo.

Gli interstizi fra i conduttori isolati e cordati devono essere riempiti con tamponante (grasso sintetico), per tutta la lunghezza del cavo, per garantire una protezione alla propagazione longitudinale dell'umidità. Il tamponante impiegato deve avere punto di goccia  $> 70$  °C e deve essere completamente atossico; la Committente si riserva il diritto di richiedere al produttore del cavo la scheda tecnica riguardante l'atossicità del tamponante impiegato.

Sull'insieme dei gruppi cordati deve essere applicata una fasciatura di nastro/i in carta, o sintetici in poliestere.

Sulla fasciatura, o al suo interno, deve essere applicato un nastro di materiale non igroscopico, della larghezza di  $5 \div 10$  mm, disposto longitudinalmente per tutta la lunghezza del cavo, che riporti in modo continuo e ad intervalli massimi di 10 cm:

- nome del fabbricante;
- diametro dei conduttori;
- anno di fabbricazione.

I bordi del nastro devono essere sovrapposti fra loro e termosaldati in modo continuo su tutta la pezzatura.

Codice cavo	Spessore Isol. (mm)	Spessore nom. Guaina est. (mm)	Nom. Diametro Cavo (mm)	Nom. Peso (kg/m)	Nom. Cavo
TE10x2x0,9QT/H5E	0,5	1,8	15,9	0,308	

*Tabella - Caratteristiche del Cavo*

Non sono ammesse giunzioni sul nastro di alluminio. Sul suddetto nastro deve essere applicata una guaina di polietilene nero, con spessore nominale di 1,5 mm (minimo assoluto 1,2 mm). La protezione contro i raggi UV è garantita da un contenuto minimo di carbon black del 2,5%.

La guaina in polietilene garantisce inoltre una buona protezione alla abrasione e permette di non usare, in fase di posa in condotta, additivi per migliorare lo scivolamento del cavo.

Il fornitore deve prendere tutti i provvedimenti necessari affinché, all'interno dei cavi, non vi sia presenza di acqua liquida, anche sotto forma di gocce.

*2.4.2.6.1.2. Schema Colorato*

Il codice colori adottato è basato sul concetto di “colorazione totale” secondo le Norme IEC 708/1, con “blocco di 100 coppie”, in cui la posizione e colorazione delle coppie sono univocamente determinate, indipendentemente dalla potenzialità del cavo.

Le tonalità dei colori devono risultare conformi alla Norma CEI Unel 712.

*2.4.2.6.1.3. Codice Colori Isolamento*

Ogni coppia deve essere identificata unicamente mediante la colorazione dell'isolante e non dalla sua posizione nel sottogruppo.

No. Coppia	Colore isolamento	
	Conduttore – A	Conduttore – B
1	Bianco	Blu
2	Bianco	Arancione
3	Bianco	Verde
4	Bianco	Marrone
5	Bianco	Grigio
6	Rosso	Blu
7	Rosso	Arancione
8	Rosso	Verde
9	Rosso	Marrone
10	Rosso	Grigio

*Tabella - Codice Colori Isolamento*

#### 2.4.2.6.1.4. *Codice Colori Quarte*

Le quarte devono essere identificati dalla colorazione delle legature.

Colore delle anime: naturale, rosso, verde, blu

Colore filati di legatura: prima quarta pilota – bianco/nero/giallo

seconda quarta direzionale –

rosso/giallo/giallo

terza quarta – bianco

quarta quarta – rosso

quinta quarta – bianco

#### 2.4.2.6.1.5. *Sigla di Designazione del Cavo*

La sigla dei cavi a coppie di conduttori in rame di diametro 0,9 mm, tamponati, schermati, con guaina esterna in polietilene, nudi, è : **TE nx2xdn QT/H5E**.

- **T** : cavo elettrico per telecomunicazioni;
- **E** : dielettrico in polietilene
- **nx2x0,9** : numero di coppie con conduttori di diametro 0,9 mm;
- **Q** : cordatura a Quarte;
- **T** : tamponante continuo;
- **H5** : nastro di alluminio placcato posto longitudinalmente, con bordi sovrapposti, termosaldato alla guaina sovrastante;
- **E** : guaina esterna in polietilene.

#### 2.4.2.6.1.6. *Identificazione del Cavo e Marcatura Sequenziale*

Sulla guaina esterna di ogni pezzatura devono essere impresse, senza arrecare deformazioni, o danneggiamenti, al cavo, le seguenti identificazioni con inchiostro indelebile di colore bianco, o giallo:

- nome del costruttore;
- data di fabbricazione (gg/mm/aa);
- sigla di identificazione del cavo;
- marcatura metrica sequenziale.

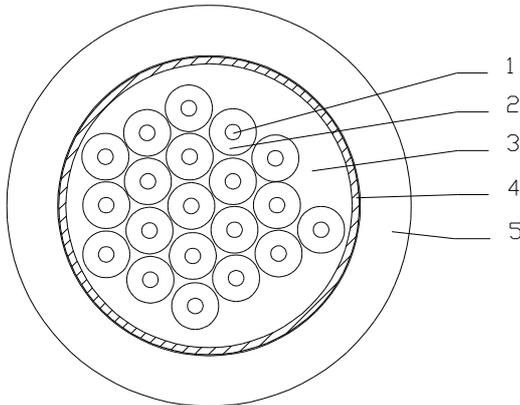


**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

La sequenza dei valori riportati può iniziare da un valore diverso da zero. Nel caso di inconvenienti che pregiudichino la funzionalità della marcatura, il cavo ne potrà riportare una seconda di colore diverso. Per quanto concerne la lunghezza della pezzatura, fa fede la misura effettuata durante il processo di lavorazione e dichiarata nel bollettino di collaudo.

2.4.2.6.1.7. *Cavi a 10 Coppie da 0,9 mm*

Ferma restando la validità di tutte le specifiche riportate nei precedenti sottoparagrafi del presente Capitolo, sono qui descritte le caratteristiche particolari dei cavi tamponati, schermati, nudi, con potenzialità di 10 coppie di conduttori in rame da 0,9 mm.



1 CONDUTTORE:	rame rosso
2 ISOLAMENTO	Polietilene
3 TAMPONANTE:	jelly di petrolio
4 SCHERMO:	Nastro di alluminio termosaldato e corrugato
5 GUAINA ESTERNA:	Polietilene

2.4.2.6.1.8. *Caratteristiche Elettriche*

- Resistenza elettrica del conduttore  $\leq 28,4 \Omega/\text{km}$  (a 20 °C in cc)
- Capacità mutua media  $\leq 6 \text{ nF}/\text{km}$
- Resistenza d'isolamento a 20° C.  $\geq 10000 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$
- Prova di tensione:
- conduttore / conduttore KV/t 3.0/3"
- conduttore e schermo KV/t 9/3"

2.4.2.6.2. *Terminazione su cassette con moduli di tipo IDC fino a 20 cp*

2.4.2.6.2.1. *Cassetta di Teminazione*

La terminazione dei cavi in rame avviene all'interno delle sale TLC e degli shelter all'interno di apposite cassette installate a muro oppure all'interno degli armadi stradali.

Le cassette in materiale plastico, da installare a muro, saranno complete di:

- staffe per il montaggio dei moduli di terminazione,
- predisposizioni per l'accesso dei cavi,
- sportello con chiusura.

2.4.2.6.2.2. *Moduli di Sezionamento/Terminazione*

All'interno dei box di terminazione, le coppie costituenti il cavo di derivazione devono essere attestate su un modulo di sezionamento a 10 coppie. Su tale modulo deve essere garantita l'attestazione di cavi con conduttori a filo singolo di rame di diametro da 0.35 a 0.9 mm e diametro dell'isolante da 0.38 a 1.6 mm e il mantenimento delle caratteristiche meccaniche ed elettriche del contatto fino ad almeno 200 riconnettorizzazioni.

Il modulo deve prevedere l'attestazione in tecnica IDC mediante strumento dedicato. Deve prevedere la messa a terra ed essere corredato di:

- un modulo porta etichette;
- spine di sezionamento pari al numero delle coppie attestate;
- un magazzino portascaricatori completo di scaricatori di sovratensione a bottone 230 V 10 A/10KA per 10 coppie;
- messa a terra del modulo.

Ogni box di terminazione deve essere corredato di almeno :

- 1 attrezzo per l'attestazione delle coppie;
- messa a terra delle staffe;
- 2 cordoni di prova spinotti con 4 spine maschio per separare il lato cavo dal lato permuta;
- 10% spine di sezionamento di scorta.

2.4.2.6.2.3. *Sistema di Chiusura per Giunti su Cavi in Rame non Pressurizzati*

Tale sistema consente la chiusura e la protezione dei giunti sui cavi in rame su reti non pressurizzate.

Il sistema è composto da:

- un supporto di materiale multistrato di dimensione idonea per l'alloggiamento delle giunzioni, che ha lo scopo di conferire al giunto una buona compattezza meccanica ed un buon isolamento termico;
- una guaina termorestringente a cerniera, con eccellente resistenza alla propagazione del taglio ed una notevole resistenza alle sollecitazioni meccaniche che si dovessero verificare durante e dopo l'installazione;
- un adesivo termoplastico preinstallato per la sigillatura e le infiltrazioni d'acqua;
- una confezione per la diramazione dei cavi.

Il sistema consente l'installazione di un massimo di 3 giunti derivati per lato, realizzati tramite forchetta a 3 dita con adesivo termoplastico preinstallato.

#### **2.4.2.7. Modalità di realizzazione delle opere elettriche**

##### **2.4.2.7.1. Posa dei cavi in rame per trasmissione dati**

I cavi in rame a coppie da 0,9 mm di diametro, isolate in PE espanso, tamponati e con guaina esterna in polylam (H5E) per posa in tubazione sono forniti su bobine ed il carico e lo scarico dovranno avvenire con modalità e attrezzature idonee. Le operazioni di posa saranno condotte in modo da evitare al cavo brusche piegature, ammaccature, abrasioni, ecc.; dovranno essere rispettati tassativamente i raggi minimi di curvatura consentiti. La posa del cavo può essere realizzata sia a mano sia con mezzi meccanici (argani, ecc.) e si avrà cura di non superare mai il massimo tiro in testa sopportabile da quel tipo di cavo.

##### **2.4.2.7.2. Posa entro tubazioni (Tubi in PEHD o PVC o tubo metallico)**

Tale tipo di posa si ha all'interno di tubazioni predisposte. Nella posa tradizionale con argani, è necessario precedere il tiro del cavo con alcune operazioni preliminari: preparazione del tubo destinato alla posa del cavo, apertura di tutti i pozzetti interessati dalla posa, predisposizione della fune di tiro, posizionamento della bobina, predisposizione di eventuali dispositivi per consentire il tiro del cavo, ecc.

La posa può essere eseguita con l'ausilio dell'argano a motore; in ogni caso il tiro applicato non deve mai superare i limiti ammessi dalle specifiche del costruttore del cavo. Il cavo dovrà essere tirato utilizzando una fune da applicare alla testa del cavo, tramite calza metallica. Per facilitare lo scorrimento del cavo, devono essere usati idonei lubrificanti da applicare sia sulla superficie del cavo, sia all'interno del tubo utilizzato. Conclusa la posa del cavo, eliminata la calza, verificata la completa assenza di umidità

all'interno del cavo, la testa deve essere richiusa con un cappello termorestringente.

2.4.2.7.3. *Posa su passerelle metalliche nei cunicoli esistenti, all'interno di shelter o cabine elettriche o centrali TLC*

All'interno delle Centrali TLC e degli shelter il cavo in rame deve essere protetto, se previsto, con materassini antifiamma fissati sul cavo stesso una volta in opera.

Nel caso di terminazione in centrale o in shelter già operante, subito all'esterno di questi sarà affiancato a quello esistente il pozzetto della nuova condotta, che allocherà la scorta. Verrà poi praticato un foro nelle asole affacciate dei due pozzetti, all'interno del quale verrà posto un tubo, attraverso il quale il cavo, tramite le condotte esistenti, si porterà alla terminazione.

L'ingresso cavi dall'esterno potrà avvenire anche direttamente sotto il pavimento flottante, dove saranno lasciate le scorte previste; l'uscita cavi all'interno della sala TLC avverrà in corrispondenza della cassetta di terminazione. Dovrà essere utilizzata idonea schiuma di protezione in corrispondenza di ogni passaggio cavi, in modo da effettuare una completa chiusura del cavidotto, che impedisca l'ingresso a roditori etc.

I percorsi dei cavi nei locali di centrale vengono normalmente determinati dalle infrastrutture esistenti. La posa dei cavi, utilizzando tali infrastrutture, dovrà essere condotta attenendosi alle seguenti indicazioni:

- Il cavo in rame deve essere trattato alla stessa stregua degli altri cavi e devono essere quindi osservate le prescrizioni previste per questi.
- Il cavo in rame può transitare nei cunicoli, nei canali cavi, sulle passatoie, nei cestelli separato ove possibile dagli altri cavi.
- Il cavo nelle salite deve essere legato ai ferri delle passatoie o dei telai con apposite fascette plastiche.
- Nell'impossibilità sia di utilizzare strutture esistenti, sia di posarne di nuove, il cavo può essere fissato a parete con dei morsetti, posizionati ad interasse di 2 metri.
- Nei pianali della sala trasmissioni fino alla struttura di terminazione, il cavo deve essere legato con apposite fascette di materiale plastico.
- Il percorso all'interno delle centrali deve essere il più breve possibile e presentare il minor numero di curvature.

In tutto il percorso dei cavi all'interno della centrale devono essere applicate le targhette di identificazione secondo le seguenti modalità:

- Cunicoli praticabili: sulle canalette o sui tubi in acciaio agli estremi e nei punti significativi (curve, ecc.) e ogni 20m sul cavo.
- Fossa cavi: sul cavo alle estremità ed ogni 8m circa.
- Ascesa dei cavi e montanti: sul cavo ogni piano a circa 2m dal pavimento.
- Cestelli o passatoioe: sul cavo ogni 8m circa e nei punti più significativi.

#### 2.4.2.7.4. *Posa nei Pozzetti*

Se il pozzetto è passante, il cavo dovrà essere sistemato 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 dal costruttore.
- I cavi non devono essere protetti all'interno del pozzetto.
- Su ogni cavo dovrà essere inserita la targhetta di identificazione.

Nei pozzetti in prossimità degli shelter e all'ingresso delle centrali TLC, sarà allocata una scorta di cavo (10 metri), per eventuali necessità realizzative.

#### 2.4.2.7.5. *Giunzione dei cavi in rame per trasmissione dati*

##### 2.4.2.7.5.1. *Realizzazione dei giunti di linea*

I giunti di linea dovranno essere realizzati ogni qualvolta ci sia la necessità di collegare due pezzature di cavo.

La giunzione dei cavi in rame sarà effettuata mediante realizzazione di apposita muffola.

La giunzione viene eseguita connettendo le estremità dei cavi che convergono nel punto di giunzione, conduttore a conduttore, in una successione perfettamente ordinata; la distribuzione delle coppie all'interno dei cavi permette di far corrispondere ad ogni conduttore di un'estremità un conduttore dell'altra, o delle altre estremità, ben determinato in base anche alla distribuzione di coppie prevista.

All'interno di un giunto si trovano tanti punti di giunzione quanti sono i conduttori del cavo, che confluiscono ad uno dei suoi estremi, ad eccezione delle eventuali coppie di riserva o di quelle non utilizzate.

In ciascun giunto viene assicurata:

- la continuità metallica, e quindi elettrica, di ogni conduttore;
- l'isolamento rispetto agli altri conduttori e la guaina oppure lo schermo.

Nella giunzione fra cavi omogenei, allo scopo di consentire successivi interventi, vengono ripristinati i contrassegni che permettono di individuare ciascun conduttore nell'ambito della coppia, e ciascuna coppia nell'ambito del settore o dello strato di cui fa parte.

Il complesso delle giunzioni viene infine fasciato e protetto con rivestimento protettivo esterno, che prolungano con continuità la guaina ed il rivestimento propri del cavo.

#### 2.4.2.7.5.2. *Criteria ed operazioni generali.*

La giunzione viene predisposta durante le operazioni di posa delle pezzature di cavo, mediante sovrapposizione delle loro estremità di una quantità opportuna (2-3 m.).

Al momento della giunzione si provvederà ad asportare il rivestimento esterno della quantità necessaria a liberare il fascio dei conduttori per la lunghezza occorrente alla giunzione.

Il collegamento provvisorio fra le guaine e le armature dei cavi ha il compito di rendere equipotenziali le strutture metalliche, ad evitare i pericoli per l'operatore, che potrebbero derivare dalla insorgenza di sovratensioni.

La giunzione viene predisposta disponendo le coppie in ordinata successione detta **pettine**, che procede dalla coppia pilota dello strato interno del cavo, oppure del settore, seguita dalla direzionale quindi da tutte le altre, procedendo nel senso rotatorio individuato fino ad esaurimento dello strato e così via per i successivi.

L'operazione viene solitamente eseguita contemporaneamente su entrambe le estremità di una stessa pezzatura di cavo.

Affinché la giunzione possa essere eseguita correttamente, debbono convergere in essa estremità di cavi il cui senso di rotazione, pilota-direzionale sia destro da un lato e sinistro dall'altro, diversamente la giunzione avviene in modo intrecciato.

Il corretto orientamento dei cavi viene controllato durante la posa delle pezzature; è conveniente che si orienti sempre la testata destra di ogni pezzatura (contrassegnata dalla lettera D) riportata sulla guaina esterna rivolta verso la centrale.

La giunzione avviene mediante “spiralino” e successivamente lo stesso deve essere stagnato a caldo e protetto da tubetto termorestringente.

Effettuata la giunzione, le coppie vengono fasciate con nastro di politene e quindi si procede ad inserire le coppie all'interno di un supporto in materiale multistrato (canotto) a due semigusci. Il canotto, con i bordi opportunamente tagliati longitudinalmente, affinché possa essere rastremato per adattarsi al diametro dei cavi, viene portato a ricoprire il giunto e quindi saldato alle guaine dei cavi, ben pulite e raspate in fase preparatoria, mediante nastro adesivo e mastice. Quest'ultimo è in grado di sciogliere superficialmente la guaina ed il manicotto, realizzando, con l'evaporazione del solvente, una perfetta saldatura.

La chiusura del giunto viene effettuata mediante guaina termorestringente, di dimensione appropriata.

#### **2.4.2.7.6. Terminazione dei cavi in rame per trasmissione dati**

##### **2.4.2.7.6.1. Terminazione su moduli tipo IDC**

La terminazione all'interno delle centrali TLC e degli shelter viene effettuata attestando le singole coppie dei cavi su singoli moduli all'interno di idoneo box. L'attestazione di ogni singolo conduttore avviene con tecnica “a spostamento di isolante”; la zona di giunzione è protetta da un gel antiumidità. Il box sarà fissato, con apposite staffe.

Al modulo di terminazione deve essere portata la terra di protezione per il collegamento degli scaricatori.

#### **2.4.2.8. Precollaudo**

Al termine dei lavori l'Impresa è tenuta ad effettuare il precollaudo dell'impianto.

Le misure di precollaudo devono essere eseguite secondo le modalità indicate nel presente Capitolato.

Tutte le verifiche e le misure devono essere eseguite dall'Impresa sul 100% degli elementi da collaudare.

##### **2.4.2.8.1. Scopo**

Lo scopo del precollaudo è quello di verificare la corretta installazione degli impianti, l'esercibilità degli stessi, il loro corretto inserimento nella rete preesistente, nonché la loro rispondenza agli standard nazionali e alle specifiche contenute nel presente Capitolato, attraverso la definizione e l'esecuzione di misure e controlli.

Per gli impianti già in esercizio da sottoporre a precollaudo, devono essere applicate le presenti disposizioni esclusivamente sulle parti non interessate dal servizio, salvo diversa indicazione della Committente.

#### 2.4.2.8.2. *Sistema di soccorso alla viabilità*

##### 2.4.2.8.2.1. *Misure e verifiche da eseguire*

Le verifiche di precollaudo sull'impianto SOS dovranno essere svolte:

- sulla tratta
- presso la Centrale Operativa

Dovrà essere verificato il corretto funzionamento del sistema, a livello di colonnina, di unità di gestione, di modem e di Centrale Operativa.

Durante le fasi di collaudo saranno eseguite le seguenti misure e verifiche e i risultati saranno registrati negli appositi moduli.

- Prova di corretto funzionamento tasti
- Prova di corretta comunicazione in fonìa
- Prova di chiamata contemporanea su due tratte diverse
- Prova di chiamata contemporanea sulla stessa tratta
- Operazione di diagnostica
- Prova di corretta visualizzazione numerazione colonnina chiamante

#### 2.4.2.8.3. *Cavi in Rame*

##### 2.4.2.8.3.1. *Generalità*

Tutte le misure, le verifiche ed i controlli di precollaudo dovranno essere eseguiti per ciascuna sezione. Per sezione, nel caso di cavi in rame o in fibra ottica si intende un insieme di coppie o fibre costituenti un collegamento, terminate (o non terminate) da entrambi i lati su idonee testine di terminazione.

Per ogni misura, verifica e controllo il presente Capitolato riporta le modalità di esecuzione, i criteri di valutazione ed i limiti di accettazione.

##### 2.4.2.8.3.2. *Precollaudo cavi in rame per trasmissione dati*

Le misure per la verifica dei parametri elettrici dell'impianto in cavo da eseguire in fase di precollaudo delle coppie terminate devono essere, in sequenza, le seguenti:

1. continuità e numerazione;

2. resistenza rame e sbilanciamento;
3. isolamento dei conduttori ( tra filo "a" e filo "b", e tra ognuno di questi e terra);
4. paradiafonia;
5. continuità della guaina del cavo.

Per le coppie di riserva, le misure si riducono a quelle dei punti 3) e 4).

Dovrà essere consegnata alla Committente copia della documentazione delle misure di precollauda effettuate.

#### 2.4.2.8.3.3. *Prove di Continuità e Numerazione*

Deve essere accertata la continuità elettrica dei conduttori delle coppie nominali dei cavi; dai terminali deve essere riscontrata la continuità e la numerazione delle coppie che deve corrispondere rigorosamente ai piani di giunzione.

Per ciò che concerne la predisposizione ai sistemi PCM, si deve controllare la regolarità su ogni singola tratta (tra contenitori e contenitore tratto centrale).

La misura deve essere eseguita con tensione continua non superiore a 5 volt.

#### 2.4.2.8.3.4. *Resistenze Rame e Sbilanciamento*

Deve essere misurata la resistenza (a+b) di ciascuna coppia in rame applicando una tensione continua non superiore a 5 volt.

Preso in considerazione il valore minimo di resistenza, devono essere individuate le coppie che presentano un valore rispetto ad esso superiore o uguale a 10 Ohm.

Per tali coppie, si deve misurare lo sbilancio resistivo che dovrà risultare inferiore a 5 Ohm.

Le coppie che presentano valori superiori sono da considerare non conformi.

La misura di sbilancio delle coppie in rame va eseguita secondo le modalità seguenti:

$$\text{Filo "a"} = ((a+b) + (a+c) - (b+c))/2 \text{ Ohm}$$

$$\text{Filo "b"} = ((a+b) + (a+c) - (a+c))/2 \text{ Ohm}$$

Dove "c" è un conduttore della coppia immediatamente successiva.

#### 2.4.2.8.3.5. *Prove di Isolamento dei Conduttori*

Deve essere verificato che il valore di resistenza d'isolamento di ogni conduttore con tutti gli altri conduttori in cortocircuito e collegati a terra, sia

non inferiore a 1000 Mohm/Km per i cavi di nuova posa e 100 Mohm/Km per i cavi di vecchia posa.

La misura va eseguita almeno 60 secondi dopo aver applicata al conduttore una tensione continua pari a 250 V.

In alternativa, la misura può essere eseguita connettendo il generatore contemporaneamente a tutti i conduttori da misurare per un tempo non inferiore a 120 secondi; qualora non verranno rilevati valori di isolamento che evidenzino contatti verso terra, va eseguita la prova di cui al punto precedente, senza attendere i 60 secondi di elettrizzazione.

#### **2.4.2.8.3.6. Paradiafonia**

Si devono eseguire le misure di paradiafonia fra due coppie della stessa quarta per cavi a quarte o bicoppie; il valore di attenuazione di paradiafonia tra le due coppie non deve essere inferiore a 60 dB alla frequenza di 800 Hz.

Per le misure su ciascuna sezione del collegamento PCM l'attenuazione di paradiafonia deve essere eseguita alla frequenza di 1,024 Mhz da ambo i lati di ciascuna sezione ( valore minimo accettabile: 60dB).

Qualora si rilevano valori inferiori, occorre eliminare le cause che possono avere determinato l'irregolarità.

#### **2.4.2.9. Collaudo**

##### **2.4.2.9.1. Modalità Operative**

Prima dell'effettuazione del collaudo, l'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla Committente la documentazione di seguito elencata:

- lo schema fisico degli impianti;
- lo schema logico degli impianti;
- lo schema dell'equipaggiamento di tutti gli apparati;
- lo schema dei cablaggi e l'elenco delle utenze;
- layout della sala TLC con indicazione degli apparati e degli accessori;
- la documentazione tecnica dei dispositivi, dei materiali e degli accessori forniti in opera;
- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati (L.46/90);
- la scheda attestante i risultati delle misure e delle ispezioni visive eseguite nel precollaudo di ogni sito;
- le misure di precollaudo.

I termini di esecuzione del collaudo saranno concordati fra il Collaudatore, all'uopo nominato dalla Committente e l'Impresa appaltatrice.

In caso di collaudo con esito non favorevole, l'eliminazione delle anomalie riscontrate dovrà essere effettuata entro i limiti stabiliti dal Collaudatore. Inoltre, a seguito di formale segnalazione da parte del Collaudatore medesimo, la Committente non darà luogo alla liquidazione dei lavori, fino al successivo invio dello stesso verbale di collaudo comprovante l'avvenuta rimozione delle irregolarità precedentemente riscontrate e quindi l'esito positivo.

#### *2.4.2.9.2. Adempimenti dell'Impresa Appaltatrice*

Per tutta la durata del collaudo, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a garantire la presenza di personale responsabile in grado di prendere provvedimenti a seguito di eventuali rilievi mossi dal Collaudatore; la mancanza di tale requisito precluderà l'avvio delle operazioni di collaudo.

L'Impresa appaltatrice sarà inoltre tenuta a fornire a sue spese: mezzi, personale, attrezzi e strumentazione necessari per tutto il tempo di esecuzione del collaudo.

Gli oneri relativi all'impiego, da parte della Committente, di personale e mezzi per l'esecuzione di un collaudo risultato negativo, saranno a carico dell'Impresa appaltatrice.

L'Impresa è responsabile degli eventuali inconvenienti che dovessero verificarsi sull'impianto prima del collaudo, e dovrà provvedere alla regolarizzazione degli impianti stessi a sua cura e spese entro i termini previsti per l'esecuzione del collaudo medesimo.

#### *2.4.2.9.3. Determinazione del Campione da sottoporre a Collaudo*

Gli apparati, i circuiti ed i moduli da sottoporre al collaudo saranno definiti sulla base delle misure di precollaudo. Il campione da sottoporre a collaudo non dovrà comunque essere inferiore al 30% del totale degli apparati e dei circuiti di nuova fornitura.

Le funzionalità del Centro di Gestione dei sistemi dovranno essere collaudate al 100%.

#### *2.4.2.9.4. Criteri di Accettazione e di Rifiuto del Collaudo*

L'esito del collaudo si definirà positivo quando tutte le misure e le ispezioni visive eseguite risulteranno conformi al precollaudo e alle specifiche tecniche richieste.

La formalizzazione dell'esito positivo del collaudo avverrà mediante la firma e la consegna del verbale di collaudo.

L'esito del collaudo si definirà negativo quando almeno una delle misure e/o delle ispezioni visive previste darà esito negativo.

Tale evenienza dovrà essere notificata per iscritto dal Collaudatore all'Impresa appaltatrice e, successivamente, dovranno essere concordati i termini per la regolarizzazione delle anomalie riscontrate e fissata la data del nuovo collaudo.

Il nuovo campione da sottoporre al collaudo dovrà essere quantitativamente equivalente a quello precedentemente scelto.

Infine, nel caso in cui i valori rilevati in sede di collaudo, pur rientrando nei limiti di accettazione, si discostassero da quelli delle misure di precollaudo ben oltre la tolleranza strumentale dichiarata dalla casa costruttrice degli strumenti, determinando così una perdita di affidabilità delle misure di precollaudo stesse, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a rieseguire a sue spese le misure di precollaudo.

In tale caso il collaudo dovrà essere sospeso fino alla presentazione delle nuove misure di precollaudo.

#### 2.4.2.9.5. *Verbale di collaudo*

In questo modello devono essere riportate le indicazioni relative all'esito del collaudo, specificando le eventuali irregolarità rilevate sui parametri descritti.

Esso, vistato dal Collaudatore, deve essere utilizzato per il benessere al pagamento dei lavori.

## 2.5. SISTEMA DI COMUNICAZIONE RADIO

### 2.5.1. Premesse

Nel seguito sono elencate le caratteristiche peculiari del sistema di radiocomunicazione.

Per quanto non espressamente riportato, ed in particolar modo per le opere infrastrutturali quali scavi, ripristini ed opere in calcestruzzo, si faccia riferimento alla parte di Prescrizioni tecniche relative all'Infrastruttura.

#### **2.5.1.1.      *Affidabilità del sistema***

Considerata l'importanza della rete di radiocomunicazione, il progetto richiede, come requisito fondamentale, che l'affidabilità del sistema sia garantita a tutti i livelli, dalla qualità degli apparati forniti ai valori di MTBF, dalle protezioni di apparato a quelle di rete.

#### **2.5.1.2.      *Espandibilità del sistema***

Gli apparati devono garantire l'espandibilità del sistema, in termini sia di equipaggiamento che di funzionalità.

#### **2.5.1.3.      *Manutenibilità del sistema***

Il sistema deve essere in grado di eseguire le operazioni di diagnosi degli apparati costituenti il sistema stesso.

La diagnostica deve essere effettuata con continuità ed in tempo reale, permettendo l'immediata individuazione di ogni malfunzionamento.

#### **2.5.1.4.      *Struttura della rete***

La rete isofrequenziale si basa su più stazioni radio collegate fra loro tramite una dorsale multicanale che trasporta i segnali audio.

Tutte le stazioni utilizzano il medesimo canale radio e sono tutte attive contemporaneamente sia in trasmissione che in ricezione.

Affinché il sistema funzioni in modo corretto è necessario che in ogni stazione radio base siano installati gli opportuni sistemi di equalizzazione, compensazione dei ritardi, sincronizzazione e governo dei segnali della rete. Alcuni requisiti, ritenuti minimi e indispensabili di tali sistemi, sono riportati nei paragrafi seguenti.

La rete radio deve essere pienamente efficiente in condizioni di emergenza in cui i normali mezzi di comunicazione mobile, (esempio GSM) possono trovarsi privi di possibilità di connessione. La rete deve quindi essere intrinsecamente robusta e affrontare situazioni di guasto reagendo automaticamente in modo da garantire il massimo grado di servizio possibile.

E' richiesta una funzionalità totale in condizioni nominali in cui tutte le apparecchiature di dorsale e radiobase siano pienamente efficienti. In caso di

guasto sulle dorsali il sistema radio deve ri-configurarsi automaticamente in modo da garantire il servizio, con un degrado contenuto delle funzionalità, utilizzando un canale audio alternativo di collegamento (richiusura attraverso loop audio).

Nel caso di indisponibilità o guasto anche del canale di loop, la rete dovrà continuare ad operare in sottoreti autonome costituite da gruppi di radiobase governate dalle stazioni master o sub-master con cui permane il collegamento.

Nel caso di blocco totale delle comunicazioni di dorsale, la stazione isolata dovrà poter operare come semplice ripetitore per garantire almeno la copertura radio tra terminali mobili impegnati sul campo.

Al ripristino delle funzionalità dei canali di trasporto, ogni stazione deve riportarsi automaticamente nelle condizioni di miglior funzionamento fino a ritornare alle condizioni nominali.

Infine un adeguato sistema di telesorveglianza dovrà assicurare il controllo continuo e dettagliato della funzionalità dell'intera rete radio.

#### **2.5.1.5. Sincronizzazione**

La rete radio deve adottare un sistema di sincronismo di frequenza e di tempo a riferimento unico: tutte le stazioni radiobase devono essere agganciate con continuità al sincronismo ricavato da un dispositivo GPS di cui dovrà essere equipaggiato ogni sito.

Il riferimento di sincronismo deve essere utilizzato per sincronizzare l'intera stazione radiobase ed in particolare sia i trasmettitori che i ricevitori per assicurare la necessaria precisione delle portanti ridiffuse.

La sincronizzazione di tempo permetterà di calcolare e compensare automaticamente i ritardi relativi di propagazione lungo le linee di collegamento tra stazione Master e stazioni Slave.

Dovrà essere inoltre previsto un sincronismo di frequenza di back-up, che è costantemente generato dalla stazione master ed inviato a tutte le stazioni radiobase sulla dorsale, senza limitare la banda passante del sistema (minimo richiesto 300-3000Hz).

Ogni stazione deve essere in grado di riconoscere l'assenza del sincronismo proveniente dal dispositivo GPS e deve poter commutare sul sincronismo di back-up generato dalla stazione master e sempre presente nelle stazioni satelliti continuando così a garantire la natura sincrona della rete.

La sincronizzazione dovrà essere tale da garantire una precisione relativa delle portanti RF in area di equicampo inferiore a 0,02 p.p.m. e costante nel tempo nell'intervallo di temperatura da -20°C a +55°C, sia con sincronismo da GPS che da sincronismo generato localmente dalla stazione Master di rete.

### 2.5.1.6. *Dispositivi di interfaccia di linea*

Per l'interconnessione dei ripetitori relativi alla rete di diffusione è reso disponibile un canale telefonico a standard CCITT conforme alla maschera M1020. Tale canale è estratto da un flusso a 2Mbit/s ed è un classico canale PCM codificato ad 16 bit.

Le interfacce di collegamento tra le stazioni radiobase e il sistema di trasporto (dorsale) saranno di tipo bilanciato a 4 fili con comandi E+M optoisolati. Le interfacce a 4 fili dovranno avere le seguenti caratteristiche:

1. Impostazione dell'impedenza sia d'ingresso che d'uscita a 600 Ohm con riflessione migliore di -20dB
2. banda passante 300-3400 Hz (+/- 1 dB)
3. livello nominale regolabile tra -14 e 1.5 dBr in Tx e -11.5 e 4 dBr in Rx
4. isolamento galvanico di modo comune rispetto a massa e adeguate protezioni contro le sovratensioni indotte sulle linee
5. contatto di uscita e ingresso optoisolato rispetto alla logica interna, ma vincolato a massa e alimentazione

E' richiesta inoltre la disponibilità di interfacce BCA-C a 2 fili bilanciate per il collegamento alla rete telefonica nazionale (eventualmente tramite PABX). Per tali interfacce si richiedono le seguenti caratteristiche:

1. Impedenza 600 Ohm con riflessione migliore di -20dB
2. banda passante 300-3400 Hz (+/- 1 dB)
3. livello nominale regolabile tra 0 e -20 dBm a passi di 0.1dB
4. isolamento galvanico di modo comune rispetto a massa e adeguate protezioni contro le sovratensioni indotte sulle linee
5. gestione criteri di gancio e decodificatore di suoneria

Inoltre è necessario che sulle interfacce a 2 fili venga adottato un sistema di cancellazione dell'eco di linea per evitare instabilità e disturbi sull'intera rete radio. Il sistema di cancellazione sarà realizzato preferibilmente con tecniche digitali e dovrà garantire un'attenuazione di riflessione dalla linea di almeno 40dB su tutta la banda audio 300-3400Hz.

Per facilitare le operazioni di set-up e manutenzione della rete radio, ogni stazione dovrà essere dotata di un sistema di test di linea che permetta di effettuare un minimo set di misure e generare alcuni segnali di test. Queste funzionalità saranno accessibili sia localmente tramite PC dotato di opportuno

SW collegato direttamente alla stazione o analogo monitor, sia da remoto tramite il sistema di tele diagnostica.

Sono richieste almeno le seguenti funzioni:

1. misura della frequenza e livello dell'audio in ingresso
2. misura della frequenza e livello dell'eventuale tono di sincronismo
3. misura della distorsione armonica dell'audio in ingresso
4. misura dell'attenuazione di riflessione (per le interfacce a 2 fili tipo BCA-C)
5. richiusura in loop della linea d'ingresso sulla linea di uscita
6. generazione di un segnale sinusoidale a livello nominale e frequenza impostabile tra 300 3 3400Hz a passi inferiori a 100Hz
7. generazione di un sweep di frequenza su tutta la banda audio

La stazione master sarà equipaggiata di un numero di unità di interfaccia 4 fili + E/M legato al numero delle stazioni radiobase satelliti.

#### **2.5.1.7. Equalizzazione automatica**

La rete radio isofrequenziale utilizza per i collegamenti tra i vari ripetitori i canali di una dorsale in fibra ottica pluricanale per cui può capitare che alcuni canali, in caso di interruzione di un collegamento, possono essere deviati su altri percorsi. Pertanto le stazioni saranno equipaggiate con un dispositivo di equalizzazione automatica che consentirà un'equalizzazione delle linee sia d'ampiezza che di fase.

Tale equalizzazione garantirà nella banda 300÷3000 Hz una caratteristica d'ampiezza piatta (+/- 1 dB), una caratteristica di fase entro +/- 10° con ritardo assoluto costante.

Questa caratteristica è particolarmente importante per assicurare un'ottima qualità delle comunicazioni nelle aree di sovrapposizione dei segnali emessi da due, o più, stazioni radiobase.

Il sistema deve compensare automaticamente le differenti lunghezze delle tratte di collegamento fra le stazioni radiobase e l'attraversamento dei dispositivi che costituiscono la dorsale di interconnessione, che introducono ritardi differenti nella trasmissione del segnale.

Il sistema deve inoltre adattarsi alle modifiche delle caratteristiche di insieme e continuare a funzionare regolarmente anche se si producono delle variazioni nelle apparecchiature di dorsale come:

1. il supporto fisico dei canali di interconnessione varia a causa di eventuali degradi
2. si verificano delle variazioni di apparati
3. si permuta su un altro canale multiplex
4. si inverte la fase dei collegamenti audio
5. si cambia il livello di nesting

Per tale motivo l'intero sistema deve automaticamente rilevare le modifiche che hanno luogo lungo il percorso del segnale; deve mantenersi automaticamente e senza l'intervento dell'operatore in stato di equalizzazione ottimale, curando e garantendo l'efficacia della equalizzazione.

In particolare si richiede che il sistema di equalizzazione adattativo sia in grado di compensare automaticamente anche i ritardi introdotti da una linea telefonica commutata che potrà essere utilizzata come richiusura di rete in caso di interruzione della dorsale in fibra ottica.

In questo caso, per il corretto funzionamento della rete, è necessaria una eccellente separazione dell'audio immesso in linea da quello ricevuto. Si raccomanda pertanto l'impiego di cancellatori d'eco digitali onde evitare fenomeni che possono pregiudicare la funzionalità della rete come inneschi sui segnali audio, fastidiosi echi, accecamento dei sistemi di Voting eccetera. I cancellatori d'eco dovranno essere in grado di attenuare i segnali riflessi di almeno 40dB su tutta la banda audio 300-3400 Hz.

Dovranno quindi essere previste tutte le procedure necessarie a svolgere in modo corretto le operazioni di equalizzazione automatica anche nella situazione di rete riconfigurata con richiusura su linea telefonica a 2 fili.

La procedura di equalizzazione deve essere attivata dai dispositivi interni durante ogni pausa delle comunicazioni in fonia, allo scopo di garantire la massima affidabilità del sistema. L'eventuale impegno della rete da parte di un utente durante il processo di equalizzazione deve interrompere la procedura stessa e ripristinare l'ultima curva di equalizzazione calcolata. I processi di equalizzazione non devono impegnare i trasmettitori delle stazioni radio, devono garantire priorità assoluta alle comunicazioni in corso.

La curva di equalizzazione deve poter essere memorizzata in modo permanente sulla stazione in modo che, a seguito di un'interruzione sui sistemi di alimentazione o di indisponibilità del sistema GPS, la rete possa funzionare ugualmente in modo corretto.

Per agevolare la messa a punto della rete, il sistema di equalizzazione dovrà fornire una misura dei ritardi introdotti dalla dorsale o dalla linea utilizzata.

La rete dovrà avere caratteristiche tali da consentire agli apparati terminali di utilizzare tutta la banda audio 300-3000 Hz per le comunicazioni fonia/dati. Inoltre per quanto riguarda l'equalizzazione dei segnali ridiffusi, in area di equicampo la rete dovrà garantire in tutta la banda audio un'equalizzazione di ampiezza di +/- 1 dB e di fase entro +/- 10°.

La rete radio dovrà avere caratteristiche tali da permettere la trasmissione di dati ad alta velocità, adottando soluzioni circuitali e di funzionamento innovative, con possibilità di introdurre nuove funzionalità e servizi tramite il down-load (anche remoto) del software di bordo; l'obiettivo è quello di disporre di una soluzione aperta ad applicazioni basate sulla trasmissione dati efficiente da realizzare anche dopo l'attivazione della rete, sfruttandone però le predisposizioni già esistenti senza apportare modifiche alle stazioni della rete.

#### **2.5.1.8. Selezione miglior segnale in rete (Voter)**

Alla ricezione di portanti in frequenza da parte della rete la stazione master deve automaticamente selezionare con continuità il segnale migliore tra quelli ricevuti ed immettere nella dorsale la bassa frequenza e le segnalazioni di governo verso tutte le stazioni collegate.

Il processo di voting continuo, ossia di confronto e "voto" del miglior segnale ricevuto da più stazioni radiobase deve avvenire sulla base del miglior rapporto S/N misurato tra i segnali in accesso.

Il sistema deve garantire l'assenza di disturbi quando gli apparati mobili passano dall'area di servizio asservita ad una stazione radiobase ad una adiacente.

Il Voter deve avere una dinamica di commutazione di almeno 30 dB e, per permettere un efficace messa a punto della qualità delle comunicazioni in accesso, si dovranno poter impostare (anche da remoto via telecontrollo) i principali parametri di funzionamento. In particolare è richiesta la programmabilità di:

1. tempo di preselezione iniziale del segnale migliore
2. tempo di tenuta iniziale del segnale migliore
3. isteresi di commutazione (a passi di 3 dB o inferiori)

#### **2.5.1.9. Protezione da interferenze in accesso**

Allo scopo di evitare che segnali interferenti possano essere ridiffusi in rete è necessario che i ricevitori delle stazioni radiobase siano protetti da tono subaudio CTCSS.

Per evitare possibili disturbi estranei alla rete e ricevuti direttamente dagli apparati mobili, dovrà anche essere possibile abilitare un tono subaudio CTCSS che sarà trasmesso in modo sincrono da tutte le stazioni radiobase.

I toni subaudio dovranno essere facilmente attivabili e disattivabili in relazione alle esigenze del servizio e all'adeguamento degli apparati ricetrasmittenti terminali.

Dovrà essere possibile regolare il livello di intervento e la soglia di isteresi dello squelch per impedire l'accesso spurio di eventuali segnali interferenti sullo stesso canale provenienti da altre reti. Tale regolazione dovrà poter essere svolta anche da remoto attraverso il sistema di telesorveglianza e dovrà essere memorizzabile in modo permanente sull'apparato.

Le stazioni di ridiffusione dovranno essere dotate di dispositivi in grado di identificare, monitorare e quantificare la presenza e la provenienza di eventuali disturbi e interferenze che colpiscono la rete radio. Per supportare al meglio l'identificazione di un segnale interferente, ogni stazione dovrà fornire localmente e attraverso il sistema di telecontrollo almeno i seguenti dati di monitoraggio del segnale radio ricevuto:

1. posizioni dei dispositivi di selezione dei segnali (Voter)
2. presenza di segnale valido in accesso
3. campo ricevuto in dBm
4. SINAD del segnale ricevuto
5. frequenza sub-audio del segnale interferente

## **2.5.2. Caratteristiche del sistema di telesorveglianza**

### **2.5.2.1. Generalità**

Ciascuna apparecchiatura di diffusione isofrequenziale sarà dotata di un sistema di diagnostica che verifichi l'efficienza delle varie funzioni e renda disponibili le relative informazioni alla centrale operativa. Tale servizio sarà svolto, per le quattro reti dell'intero sistema, utilizzando due vie:

1. modalità normale: tramite collegamento diretto della stazione alla rete TCP/IP trasportata dalle dorsali in multiplex senza disturbare le comunicazioni in corso
2. modalità di backup: tramite collegamento TCP/IP a una qualsiasi stazione raggiungibile e da questa “rimbalzando” su qualsiasi altra stazione della rete utilizzando il canale audio di lavoro.

Per la modalità di backup dovrà essere previsto un modem in banda audio di tipo punto-multipunto, integrato nella stazione radio, con velocità di almeno 2Kb/s per ridurre al minimo i disturbi indotti sulla rete.

Per facilitare gli interventi in caso di guasti, le operazioni di messa a punto del sistema e le operazioni di manutenzione, dovrà essere possibile da una qualsiasi stazione della rete collegarsi a qualsiasi altra stazione della rete anche in caso di indisponibilità della rete TCP/IP. In questo caso si dovrà poter utilizzare il modem interno alla stazione locale per raggiungere le stazioni remote.

#### **2.5.2.2. Software di telesorveglianza**

E' richiesto un software di telesorveglianza in grado di presentare le informazioni diagnostiche delle stazioni e di attivare comandi sulle stesse.

Le informazioni, saranno convogliate al Personal Computer di sorveglianza per essere elaborate e visualizzate su video. Il sistema di supervisione sarà posto nella centrale operativa.

Il sistema di telesorveglianza consentirà alla centrale operativa di effettuare le seguenti operazioni:

1. controllare automaticamente, in maniera ciclica, l'efficienza di ogni stazione e di conseguenza segnalare allarmi, o malfunzionamenti;
2. permettere ad un operatore di manutenzione di intervenire dalla centrale operativa per raccogliere dati, o verificare stati ed effettuare teleoperazioni, quali la disabilitazione e riabilitazione dei ricetrasmittitori senza interrompere la dorsale e senza doversi recare sul sito sede della stazione radiobase.
3. aggiornare o salvare su file le configurazioni complete di ogni stazione (impostazione dei ritardi, dei livelli di linea, delle equalizzazioni, dei canali radio, delle soglie di squelch, della potenza RF impostata, eccetera) per permettere di clonare un'unità di scorta in modo identico all'unità guasta. I dati di configurazione memorizzati su file dovranno potersi leggere in chiaro per verificare le impostazioni effettuate.
4. verificare le release di tutti i software e firmware presenti sulla stazione

5. aggiornare tutti i software e firmware presenti sulla stazione

L'interrogazione delle stazioni da parte della centrale operativa potrà avere luogo in modo automatico con interrogazioni cicliche ad orari prestabiliti (cicli di polling). Dovrà essere possibile includere o escludere in modo semplice le stazioni dal ciclo di polling.

Le interrogazioni non dovranno produrre alcun disturbo sulle comunicazioni del canale radio.

Nella centrale operativa sarà possibile ottenere il dettaglio sugli allarmi di ciascuna stazione selezionando su apposito terminale la stazione stessa e la voce di interesse dal menu. Con una semplice comando si potrà connettersi alla stazione desiderata per compiere azioni di dettaglio (impostazione o modifica dei parametri, lettura delle misure, eccetera).

E' richiesto che per ogni stazione siano accessibili da remoto tutti i parametri e i comandi che sono stati indicati nei paragrafi descrittivi delle funzionalità (controllo livelli di linea, generazione e misure sui segnali, eccetera). Dovranno inoltre essere rese disponibili almeno le seguenti misure e stati:

<b>Misure</b>	<b>Stati</b>	<b>Comandi</b>
Potenza RF	Amplificatore RF ok	Reset della stazione
Temperatura interna	Trasmettitore attivo	Generazione tono audio su TX
Tensione di alimentazione	Squelch attivo	Impostazione potenza TX
Campo ricevuto	Tono sub-audio decodificato	Impostazione ritardi
Qualità del segnale ricevuto	Presenza sincronismo ok	Disabilitazione TX e RX
Livello del tono sincronismo	Stato dei criteri E/M	Disabilitazione GPS
	Stato allarmi esterni	Sblocco squelch

Il software fornito dovrà contenere una procedura di installazione per la realizzazione e la modifica della struttura della rete, anche a livello grafico.

Tale funzionalità prevederà almeno le seguenti voci:

1. aggiunta di una stazione radiobase;
2. cancellazione di una stazione radiobase;
3. spostamento di una stazione radiobase;

4. modifica di una stazione radiobase (indirizzo IP, stati allarmanti, ...)

Il pacchetto Software richiesto dovrà avere caratteristiche di leggerezza e portabilità tali da poter convivere con altri applicativi standard residenti sullo stesso Computer ed essere facilmente installabile su un qualsiasi computer con sistema operativo Windows 2000 o superiore compreso Windows Vista.

Ogni stazione radio dovrà essere dotata di un sistema di raccolta allarmi esterni, di tipo On-Off optoisolati, che riporterà al sistema di telesorveglianza lo stato di eventuali segnalazioni di allarme rese disponibili presso il sito; ad esempio: effrazione sito, mancanza rete, ecc.

Ogni stazione potrà acquisire almeno due allarmi esterni e fornirà almeno due contatti optoisolati esterni riassuntivi del corretto funzionamento dell'apparecchiatura (or di allarmi di fuori lock PLL, potenza RF fail, ecc.).

### **2.5.2.3. Sistema mobile di telecontrollo**

Tutte le operazioni di telecontrollo dovranno poter essere svolte anche tramite un semplice PC portatile (unità mobile di telecontrollo) dotato di un modem GSM/GPRS. Il PC portatile si conatterà alle stazioni garantendo funzionalità analoghe a quelle del sistema di supervisione centrale.

E' richiesto che il sistema mobile di telecontrollo possa collegarsi a tutte le stazioni della rete radio almeno secondo le modalità seguenti:

1. attivando una connessione dati protetta attraverso una porta del firewall con il server di telecontrollo (connessione modem GSM/modem telefonico o connessione Internet). Attraverso il server di telecontrollo della rete potrà poi connettersi a tutte le stazioni della rete sfruttando i collegamenti in rete TCP/IP.
2. collegandosi all'interfaccia seriale di una qualsiasi stazione della rete e da questa tele controllare tutte le stazioni della rete sfruttando i modem interni alle stazioni.

## **2.5.3. Caratteristiche della stazione radio base**

### **2.5.3.1. Caratteristiche generali**

Ogni stazione ripetitrice della rete isofrequenziale dovrà possedere caratteristiche elettriche e meccaniche di elevata affidabilità, allo scopo di assicurare il collegamento radio anche nelle più severe condizioni di esercizio.

Le apparecchiature dovranno essere costituite da pannelli in meccanica 19" con l'inserzione dei vari moduli dal fronte. Per problemi di spazio negli armadi 19" e nei Cabinet, le apparecchiature dovranno avere dimensioni contenute, con

una profondità non superiore a 280mm e con un'altezza non superiore a 135 mm (3 RU) per le Stazioni Terminali e un'altezza non superiore a 270 mm (6 RU) per le Stazioni Nodali e Master.

Le stazioni ripetitrici non dovranno avere sistemi di ventilazione ad aria forzata né altri dispositivi soggetti ad usura per movimento meccanico (esempio relais di commutazione).

La rete radio dovrà essere prevista per l'impiego ottimale in condizioni di emergenza per cui sono richieste soluzioni tecniche robuste, omogenee, integrate e altamente professionali.

Le stazioni devono essere di recente progettazione, impiegare la migliore tecnologia disponibile, con soluzioni innovative e intrinsecamente digitali. Non dovrà essere richiesta alcuna operazione manuale di regolazione per la sostituzione di moduli guasti (per esempio per la deviazione o la potenza dei trasmettitori o per i livelli di linea).

E' richiesto che le apparecchiature siano costituite da moduli facilmente accessibili ed ispezionabili, costruiti con particolare attenzione alle schermature di protezione dagli effetti dei campi elettromagnetici e elettrostatici.

Per ridurre le unità di scorta, è necessario che le tessere siano facilmente configurabili per clonazione e per trasferimento dei file di configurazione precedentemente salvati su data base.

E' richiesto che le apparecchiature possano funzionare correttamente nelle seguenti condizioni:

1. temperatura ambiente da  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+55^{\circ}\text{C}$
2. umidità relativa del 95% con temperatura di  $+40^{\circ}\text{C}$ ;

La stazione ripetitrice non dovrà subire danni permanenti se durante il suo funzionamento si verificano:

1. variazioni notevoli dell'impedenza di carico dei trasmettitori (antenna aperta o in cortocircuito)
2. induzione di segnali molto intensi all'ingresso dei ricevitori (livello massimo +10 dBm);

Le stazioni ripetitrici dovranno essere munite di sintetizzatore di frequenza programmabile in modo tale da poter abilitare diverse frequenze nei ricevitori e nei trasmettitori.

### **2.5.3.2.      *Caratteristiche della parte radio***

I ricetrasmittitori che compongono la stazione radio base devono avere caratteristiche meccaniche e radioelettriche professionali ed essere rispondenti a tutte le normative applicabili con particolare riguardo a quelle indicate nel successivo paragrafo relativo alle normative.

La stazione radio dovrà poter memorizzare almeno 100 canali radio e, per ogni canale deve potersi impostare almeno:

1. frequenza TX e RX
2. frequenza tono sub-audio TX
3. deviazione nominale tono sub-audio TX
4. potenza TX
5. frequenza tono sub-audio RX
6. hold time del TX
7. soglia di squelch

Le impostazioni di ogni canale devono poter essere variate anche da remoto attraverso il sistema di telecontrollo.

L'apparato radio dovrà avere un sistema di autotest in grado di verificare in loop la risposta complessiva del TX e del RX. Dovrà quindi essere in grado di spostare la frequenza del RX su quella del TX, attivare il solo stadio modulatore del TX, generare delle sequenze audio o digitali di test e effettuare almeno le seguenti verifiche di anello:

1. campo ricevuto ok
2. deviazione a 100Hz, 300Hz, 3KHz entro +/- 0.5 dB
3. S/N migliore di 45 dB

L'autotest sarà automatico all'accensione o al reset dell'apparato e potrà essere stimolato in qualsiasi momento, anche da remoto attraverso il sistema di telecontrollo. I risultati dell'autotest dovranno essere accessibili sia localmente che da remoto attraverso il sistema di telecontrollo.

Il ricevitore dovrà essere di tipo digitale con uscita vettoriale per impieghi con modulazioni ad involuppo costante (FM/PM/4FSK/GMSK/...).

Il trasmettitore deve avere un dispositivo di controllo automatico di guadagno (AGC) sul segnale audio in modo da non provocare effetti di limitazione in presenza di variazioni di livelli sulle linee. Il sistema di AGC avrà un guadagno di 0dB finché il segnale d'ingresso raggiungerà il valore corrispondente alla deviazione massima ammessa, e poi diminuirà il guadagno fino ad almeno -

10dB in caso di superamento del livello di limitazione. La limitazione di guadagno non deve provocare una distorsione superiore al 3% e deve ripristinarsi automaticamente al rientro del segnale a livelli nominali.

Il trasmettitore dovrà essere protetto contro:

1. ROS elevato
2. Temperatura elevata
3. Eccessiva corrente assorbita

Nel caso venga superata la temperatura massima di funzionamento del TX (comunque non oltre gli 85°C) dovrà automaticamente ridursi la potenza RF portandosi ad un livello tale da non superare la soglia di sovratemperatura. La potenza RF dovrà automaticamente ripristinarsi al livello nominale al rientro dello stato di sovratemperatura.

Le indicazioni relative allo stato di sovratemperatura, alla potenza RF effettiva e alla temperatura raggiunta dovranno essere accessibili sia localmente che da remoto tramite sistema di telecontrollo.

La stazione radio dovrà monitorare le tensioni di aggancio di tutti i PLL interni segnalando eventuali anomalie (fuori lock). Le anomalie dovranno essere visibili sia localmente che da remoto attraverso il sistema di telecontrollo.

### 2.5.3.3. *Alimentazione*

L'alimentazione degli apparati radio sarà a 48Vcc nominali (da 38Vcc a 60Vcc) con massa flottante ad isolamento minimo di 1,5KV. A richiesta alcune stazioni dovranno essere fornibili anche con alimentazione a 24Vcc (da 19Vcc a 30Vcc) nominali con massa flottante o a 12Vcc nominali (da 11Vcc a 15Vcc) con negativo a massa.

Le stazioni radio dovranno impiegare le migliori soluzioni atte al risparmio energetico. Tale esigenza nasce sia per ridurre la dissipazione totale all'interno degli armadi e dei siti, sia per accogliere l'indicazione sempre più pressante in tutti i settori, di contenimento dell'energia impiegata.

Verranno preferite soluzioni a basso consumo energetico e comunque si richiede che la singola stazione radio abbia assorbimenti (compreso l'eventuale convertitore DC/DC):

1. in ricezione inferiore a 8W
2. in trasmissione dipendenti dalla potenza RF, comunque inferiore a 25W @1W RF e inferiore a 60W @20W RF

La stazione radio dovrà avere un contatto optoisolato d'ingresso che, chiuso verso la massa del cestello, spenga l'apparato.

Il sistema di alimentazione, per il fatto di essere collegato a elementi esterni alla stazione (linee elettriche), se non progettato a regola d'arte può essere una pericolosa fonte di guasto. La stazione dovrà essere protetta dall'inversione di polarità e da tensioni fuori dal range di funzionamento.

Sull'apparato radio dovranno essere previste adeguate protezioni contro le sovratensioni di modo comune e di modo differenziale in grado di resistere ad energie di fulminazione di almeno 10 Joule con cassetto di alimentazione a 48Vcc (5 Joule @24Vcc e 2 Joule @12Vcc).

L'apparato radio dovrà essere dotato in ingresso di un doppio fusibile termico, facilmente accessibile dall'esterno, opportunamente dimensionato e tipo facilmente reperibile in commercio. Si raccomanda inoltre l'impiego di tutti gli accorgimenti (esempio: fusibili elettronici ripristinabili) atti a proteggere i sistemi di alimentazione da cortocircuiti accidentali.

L'apparato radio dovrà essere automaticamente dis-alimentato nel caso in cui la tensione di alimentazione scenda sotto la soglia minima garantita di funzionamento e dovrà automaticamente riaccendersi, in modo sicuro e senza malfunzionamenti di sorta, al ripristino della tensione corretta. Non dovranno prodursi incertezze nell'accensione dell'apparato anche a seguito della lenta variazione di tensione (fino a 1V al minuto primo) dovuta alla ricarica di eventuali batterie tampone collegate in parallelo alla stazione.

Lo stato di corretta alimentazione degli apparati sarà anche disponibile su un contatto optoisolato normalmente aperto che si chiude in presenza di alimentazione in range di funzionamento.

#### **2.5.3.4. Normative applicabili**

Le apparecchiature radio e le apparecchiature elettriche dovranno essere certificate CE e dovranno essere rispondenti a tutte le disposizioni e i requisiti previsti dalla normativa vigente tra cui in particolare rientra il decreto legislativo 09 maggio 2001, n. 269, attuativo della direttiva 1999/05/CE.

Tutte le apparecchiature radioelettriche del sistema di comunicazioni dovranno avere canalizzazione a 12,5KHz, passo di sintesi dei PLL di 6,25KHz e dovranno essere conformi alle normative europee:

1. ETSI EN 300-113 "Radio Equipment and Systems (RES); Land mobile service; Technical characteristics and test conditions for radio equipment intended for the transmission of data (and speech) and having an antenna connector" (Trasmissione dati)
2. ETSI EN 300-086 "Radio Equipment and Systems Land mobile service – Technical characteristics and test conditions for radio

equipment with an internal or external RF connector intended primarily for analogue speech" (Trasmissione fonia).

3. ETSI 300-230 "Radio Equipment and Systems (RES); Land mobile service; Binary Interchange of Information and Signalling (BIIS) at 1200bit/s (BIIS 1200)" per quanto concerne le segnalazioni scambiate tra apparati terminali (chiamate selettive, messaggi etc.)
4. Direttiva 2002/95/CE – RoHs ("ro-has"), quindi non dovrà contenere delle concentrazioni che superino i limiti consentiti per le seguenti sostanze:
  - a. Piombo (Pb)
  - b. Mercurio (Hg)
  - c. Cadmio (Cd)
  - d. Cromo esavalente (Cr(VI))
  - e. Bifenile polibromurati (PBB)
  - f. Eteri di difenili polibromurati (PBDE)

## 2.5.4. Caratteristiche radioelettriche

### 2.5.4.1. Ricevitori

	da 68.000 a 88.000 MHz
bande di funzionamento:	da 146.000 a 174.000 MHz da 410.000 a 470.000 MHz
canali di lavoro:	almeno 100 programmabili a passi di 12,5 KHz
precisione assoluta di frequenza (in assenza di sincronismo GPS):	$\pm 2.5$ ppm con variazione della temperatura ambiente da $-20$ a $+55^{\circ}\text{C}$
impedenza d'ingresso:	50 ohm
sensibilità:	migliore di $-113$ dBm per 20 dB SINADp
selettività:	migliore di 65 dB a $\pm 12,5$ KHz
risposta spuria:	migliore di 70 dB tra 100 KHz e 4 GHz
intermodulazione:	migliore di 70 dB
desensibilizzazione:	minore di 3 dB, con segnali RF di 1 mV, distanti $\pm 0,5$ MHz, rispetto alla frequenza di ricezione
sblocco silenziatore:	regolabile via software tra 10 e 25dB SINAD, con isteresi regolabile tra 0 e 9dB
distorsione:	minore del 3% con segnale BF @-60 dBm $f_m=1\text{KHz}$ e $\Delta f=1.5\text{KHz}$
risposta in frequenza:	entro $\pm 1$ dB da 100 a 3400 Hz
rumore di fondo:	minore di $-50$ dB @-60 dBm $f_m=1\text{KHz}$ e $\Delta f=1.5\text{KHz}$
limitazione:	massima variazione della potenza di uscita BF di 3 dB con segnale d'ingresso RF variabile da $2 \mu\text{V}$ a 1 mV
radiazioni spurie:	2 nW massimo, su qualsiasi frequenza tra 100 KHz e 4 GHz

#### 2.5.4.2. *Trasmettitori*

bande di funzionamento:	da 68.000 a 88.000 MHz da 146.000 a 174.000 MHz da 410.000 a 470.000 MHz
canali di lavoro:	almeno 100 programmabili a passi di 12,5 KHz
precisione assoluta di frequenza (in assenza di sincronismo GPS):	$\pm 2.5$ ppm con variazione della temperatura ambiente da $-20$ a $+55^{\circ}\text{C}$
impedenza d'uscita:	50 ohm
potenza di uscita RF:	regolabile via SW tra 1 e 25W a step
emissioni spurie:	0,25 $\mu\text{W}$ massimo, su qualsiasi frequenza tra 100KHz e 4 GHz
potenza canale adiacente:	minore di -70 dBc
modulazione:	impostabile via SW di frequenza o di fase, con deviazione di frequenza nominale di $\pm 1,5$ KHz a 1KHz
distorsione	minore del 2% con deviazione nominale, minore del 3% con segnali d'ingresso a +12dB rispetto al nominale
risposta in frequenza:	entro $\pm 1$ dB da 100 a 3400 Hz
deviazione massima:	$\pm 2,5$ KHz con incremento del segnale modulante di 20 dB (compreso il tono subaudio)
deviazione nominale subaudio:	tono impostabile via SW tra 0 e 500Hz di picco
rumore di fondo:	minore di -50 dB @ $f_m=1\text{KHz}$ e $\Delta f=1.5\text{KHz}$
tempo di energizzazione	minore di 30 mSec per avere in uscita potenza e frequenza ai valori nominali

#### 2.5.4.3. *Filtri duplexer*

**I filtri duplexer dovranno essere integrati all'interno degli apparati e avere le seguenti caratteristiche minime:**

1. Filtri duplexer 80 MHz:
  - a. banda di frequenza da 72 a 87.5 MHz
  - b. separazione migliore di 70 dB per passo di duplice 1.4 MHz
  - c. perdita d'inserzione inferiore a 2.5 dB
2. Filtri duplexer 160 MHz:
  - a. banda di frequenza da 154 a 174 MHz
  - b. separazione migliore di 75 dB per passo di duplice 4.6 MHz
  - c. perdita d'inserzione inferiore a 1.5 dB
3. Filtri duplexer 450 MHz:

- a. banda di frequenza da 430 a 470 MHz
- b. separazione migliore di 75 dB per passo di duplice 10 MHz
- c. perdita d'inserzione inferiore a 1.5 dB

## 2.5.5. Modalità di esecuzione delle opere

### 2.5.5.1. *Generalità*

Per quanto concerne l'installazione degli apparati, la realizzazione delle terminazioni, la tipologia di cavi, connettori e strisce da utilizzare e la metodologia di cablaggio si deve fare riferimento alle normative tecniche di pertinenza e alle indicazioni impartite dalla Direzione Lavori.

### 2.5.5.2. *Stazione Radio Base*

Presso i siti di installazione delle stazioni radio base dovranno essere posizionati gli armadi contenenti gli apparati come descritto nel documento "Descrizione lavorazioni".

Tutte le parti metalliche all'interno dell'armadio devono essere in continuità elettrica, in caso contrario devono essere realizzati dei collegamenti di continuità con cavetti unipolari di sezione minima pari a 6 mmq. Deve essere infine realizzato il collegamento di terra tra l'armadio e un punto di terra elettrica.

All'interno dei locali i cavi di cablaggio dovranno essere posati sopra passatoia.

I collegamenti fra stazioni radio base e sistemi radianti saranno realizzati tramite cavi cellflex da 1/2".

Le antenne dovranno essere posate sulla sommità del palo porta-antenne anch'esso da posare in opera nelle posizioni indicate negli Elaborati Grafici.

## 2.5.6. Precollauda

Al termine dei lavori l'Impresa è tenuta ad effettuare il precollauda dell'impianto.

Le misure di precollauda devono essere eseguite secondo le modalità indicate nel presente Capitolato.

Tutte le verifiche e le misure devono essere eseguite dall'Impresa sul 100% degli elementi da collaudare.

### 2.5.6.1. *Scopo*

Lo scopo del precollauda è quello di verificare la corretta installazione degli impianti, l'esercibilità degli stessi, il loro corretto inserimento nella rete preesistente, nonché la loro rispondenza agli standard nazionali e alle

specifiche contenute nel presente Capitolato, attraverso la definizione e l'esecuzione di misure e controlli.

Per gli impianti già in esercizio da sottoporre a precollaudo, devono essere applicate le presenti disposizioni esclusivamente sulle parti non interessate dal servizio, salvo diversa indicazione della Committente.

## 2.5.6.2. *Sistema di comunicazione radio*

### 2.5.6.2.1. *Generalità e normativa*

Le verifiche di precollaudo sull'impianto radio, al fine di controllare il corretto funzionamento, dovranno essere svolte:

sulla stazione radio base  
presso la Centrale Operativa

Salvo diversa indicazione, per le prove cui si fa riferimento in questo paragrafo devono essere adottate, in quanto applicabili, le Norme:

CCIR;  
CCITT;  
CEPT;  
ETSI.

### 2.5.6.2.2. *Prove di accettazione in fabbrica*

Per l'accettazione del complesso ricetrasmittitori in fabbrica, dopo la verifica preliminare della corrispondenza delle apparecchiature con le quantità, le dimensioni, le caratteristiche esteriori e le modalità di realizzazione richieste devono essere eseguite le prove indicate nel seguito e i risultati saranno riportati in appositi moduli:

- misura della potenza RF nominale;
- rilevamento della sensibilità del ricevitore;
- misura del livello nominale in ricezione;
- verifica dei processi di equalizzazione, sincronizzazione, voting;
- verifica del sistema di telecontrollo connesso con il master e con i satelliti scelti a campione tra quelli di fornitura.

### 2.5.6.2.3. *Prove di accettazione in impianto*

Per la stazione radiobase saranno verificati i seguenti parametri e i risultati saranno riportati in appositi moduli:

misura potenza TX RF nominale  
controllo centratura frequenze  
misura sensibilità RX  
controllo livelli BF  
controllo visivo del sistema di antenna  
verifica del processo di equalizzazione automatica  
verifica della sincronizzazione da GPS e di back-up

#### 2.5.6.2.4. *Qualità del Servizio Offerto*

Al fine di verificare i requisiti di qualità del servizio offerto l'Impresa appaltatrice dovrà effettuare le seguenti verifiche in campo e i risultati saranno riportati in appositi moduli:

1. verifica della qualità del collegamento radiomobile in base alla scala dei valori riportati nelle norme CCIR Rep. 358-4. La qualità deve essere superiore a livello 4 incluse tutte le aree di equicampo. La verifica sarà effettuata con le modalità di seguito riportate:
  - a. rete radio in emissione continua con toni sub-audio attivati e disattivati in trasmissione;
  - b. autoveicolo equipaggiato di antenna veicolare a stilo con guadagno di 0 dB rispetto al dipolo 1/4 d'onda;
2. sarà verificata anche la corretta ricezione di stringhe di messaggi alla velocità di 1.200 bit/s con una percentuale di errore massima del 5%, incluse le aree equicampo e nei due sensi di comunicazione sui 3 canali
3. la qualità dei radiocollegamenti sulla rete Polstrada sarà verificata anche con l'impiego dei ricetrasmittitori in dotazione al servizio con i dispositivi di cifratura attivati
4. verifica del sistema di telesorveglianza e telecomandi in centrale operativa
5. verifica della funzionalità di gestione fonia ed interfacciamento telefonico presso la centrale operativa

#### 2.5.6.2.5. *Generalità e normativa*

Dovranno essere verificate tutte le funzionalità dell'impianto delle quali sono riportate alcune a solo scopo esemplificativo ma non esaustivo:

- verifica allarmistica in caso di guasto
- funzionalità di interfacciamento console con PBX
- verifica corretto posizionamento mezzi su cartografia tramite GPS ecc.

### 2.5.7. Collaudo

#### 2.5.7.1. *Modalità Operative*

Prima dell'effettuazione del collaudo, l'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla Committente la documentazione di seguito elencata:

- lo schema fisico degli impianti;
- lo schema logico degli impianti;
- lo schema dell'equipaggiamento di tutti gli apparati;
- lo schema dei cablaggi e l'elenco delle utenze;

layout della sala TLC con indicazione degli apparati e degli accessori;  
la documentazione tecnica dei dispositivi, dei materiali e degli accessori forniti in opera;  
la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati (L.46/90);  
la scheda attestante i risultati delle misure e delle ispezioni visive eseguite nel precollaudo di ogni sito;  
le misure di precollaudo.

I termini di esecuzione del collaudo saranno concordati fra il Collaudatore, all'uopo nominato dalla Committente e l'Impresa appaltatrice.  
In caso di collaudo con esito non favorevole, l'eliminazione delle anomalie riscontrate dovrà essere effettuata entro i limiti stabiliti dal Collaudatore.  
Inoltre, a seguito di formale segnalazione da parte del Collaudatore medesimo, la Committente non darà luogo alla liquidazione dei lavori, fino al successivo invio dello stesso verbale di collaudo comprovante l'avvenuta rimozione delle irregolarità precedentemente riscontrate e quindi l'esito positivo.

#### **2.5.7.2. *Adempimenti dell'Impresa Appaltatrice***

Per tutta la durata del collaudo, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a garantire la presenza di personale responsabile in grado di prendere provvedimenti a seguito di eventuali rilievi mossi dal Collaudatore; la mancanza di tale requisito precluderà l'avvio delle operazioni di collaudo.

L'Impresa appaltatrice sarà inoltre tenuta a fornire a sue spese: mezzi, personale, attrezzi e strumentazione necessari per tutto il tempo di esecuzione del collaudo.

Gli oneri relativi all'impiego, da parte della Committente, di personale e mezzi per l'esecuzione di un collaudo risultato negativo, saranno a carico dell'Impresa appaltatrice.

L'Impresa è responsabile degli eventuali inconvenienti che dovessero verificarsi sull'impianto prima del collaudo, e dovrà provvedere alla regolarizzazione degli impianti stessi a sua cura e spese entro i termini previsti per l'esecuzione del collaudo medesimo.

#### **2.5.7.3. *Determinazione del Campione da sottoporre a Collaudo***

Gli apparati, i circuiti ed i moduli da sottoporre al collaudo saranno definiti sulla base delle misure di precollaudo.

Il campione da sottoporre a collaudo non dovrà comunque essere inferiore al 30% del totale degli apparati e dei circuiti di nuova fornitura.

Le funzionalità del Centro di Gestione dei sistemi dovranno essere collaudate al 100%.

**2.5.7.4.**

***Criteri di Accettazione e di Rifiuto del Collaudo***

L'esito del collaudo si definirà positivo quando tutte le misure e le ispezioni visive eseguite risulteranno conformi al precollaudo e alle specifiche tecniche richieste.

La formalizzazione dell'esito positivo del collaudo avverrà mediante la firma e la consegna del verbale di collaudo.

L'esito del collaudo si definirà negativo quando almeno una delle misure e/o delle ispezioni visive previste darà esito negativo.

Tale evenienza dovrà essere notificata per iscritto dal Collaudatore all'Impresa appaltatrice e, successivamente, dovranno essere concordati i termini per la regolarizzazione delle anomalie riscontrate e fissata la data del nuovo collaudo.

Il nuovo campione da sottoporre al collaudo dovrà essere quantitativamente equivalente a quello precedentemente scelto.

Infine, nel caso in cui i valori rilevati in sede di collaudo, pur rientrando nei limiti di accettazione, si discostassero da quelli delle misure di precollaudo ben oltre la tolleranza strumentale dichiarata dalla casa costruttrice degli strumenti, determinando così una perdita di affidabilità delle misure di precollaudo stesse, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a rieseguire a sue spese le misure di precollaudo.

In tale caso il collaudo dovrà essere sospeso fino alla presentazione delle nuove misure di precollaudo.

**2.5.7.5.**

***Documentazione***

La documentazione deve essere redatta in triplice copia e distribuita come di seguito specificato:

- n. 1 copia alla Committente;
- n. 1 copia al Collaudatore;
- n. 1 copia all'Impresa.

**2.5.7.6.**

***Verbale di collaudo***

In questo modello devono essere riportate le indicazioni relative all'esito del collaudo, specificando le eventuali irregolarità rilevate sui parametri descritti.

Esso, vistato dal Collaudatore, deve essere utilizzato per il benestare al pagamento dei lavori.

## 2.6. SEGNALETICA LUMINOSA DI EMERGENZA IN GALLERIA

Il segnale luminoso dovrà possedere le seguenti caratteristiche generali:

- Dovrà essere retroilluminato mediante un sistema di trasporto della luce costituito da una lastra di diffusione ad altissima capacità di trasporto della luce stessa e da lampade a led bianchi ad alta efficienza applicate ai bordi della lastra stessa. La lastra di diffusione dovrà essere priva di intagli superficiali o serigrafie ed il trasporto della luce dovrà essere affidato unicamente alla lastra stessa.
- Il sistema di illuminazione dovrà garantire un'alta omogeneità di illuminazione ed il rapporto tra valori minimi e massimi di luminanza emessa non dovrà essere mai inferiore a 0,7 (condizione migliorativa rispetto alla classe U3 prevista dalla normativa Europea EN 12899).
- La luminosità media misurata sulla superficie del segnale luminoso dovrà essere compresa tra i limiti corrispondenti alla classe L1 della normativa Europea EN 12899 ( $40 \leq L \leq 150$  dove L è espressa in  $\text{cd.m}^{-2}$ ).
- Il bordo esterno all'area visiva del segnale dovrà essere non superiore ai 4 cm (8 cm di ingombro complessivo oltre l'area visiva).
- Lo spessore complessivo del segnale dovrà essere non superiore ai 5 cm, esclusi gli agganci per i sostegni e l'alimentatore.
- Il segnale dovrà essere alimentato con apposito dispositivo switching funzionante con tensioni tra i 18 ed i 30 VCC.
- L'alimentatore, posizionato in una scatola stagna, dovrà essere di tipo switching ed avere le seguenti caratteristiche:
  - tensione di ingresso variabile da 90 a 264VAC;
  - uscita nominale: 24VDC variabile tra un minimo di 21VDC ad un massimo di 25VDC con una potenza massima di 65W.
  - protetto in temperatura, contro i sovraccarichi di correnti di uscita, cortocircuiti e sovratensioni in ingresso;
  - dimensioni esterne: 127x76x42mm
- I led utilizzati dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:
  - Spessore                    5mm.
  - VF                            4V max
  - IF                            30mA max

- Luminanza media      18.000mcd
  - Vita media            60.000 hrs (dichiarate dal costruttore)
  - Potenza                120mW
  - Diametro              5 mm
  - Temperatura di esercizio      -40 ÷ +100 °C
- Per quanto concerne gli schermi del segnale, dovrà essere utilizzato unicamente policarbonato, per le sue caratteristiche di ottima trasparenza, unita ad un'elevata robustezza fisica e resistenza agli urti.
  - Per la realizzazione dei pittogrammi da applicare sugli schermi dovrà utilizzarsi unicamente la pellicola retroriflettente adesiva di produzione 3M Diamond Grade Traslucent serie 3990 T e le relative pellicole EC film dei singoli colori:
    - EC film serie 1170 giallo tipo 1171
    - EC film serie 1170 rosso tipo 1172
    - EC film serie 1170 arancio tipo 1174
    - EC film serie 1170 blu tipo 1175
    - EC film serie 1170 verde tipo 1177
    - EC film serie 1170 marrone tipo 1179
  - Sono espressamente esclusi dalla presente fornitura sistemi di illuminazione diversi dai led bianchi ad alta efficienza con caratteristiche precedentemente esplicitate e sistemi di illuminazione dove i led, invece che internamente ai lati del diffusore, siano posizionati all'esterno sulla faccia del segnale rivolti verso l'utente.
  - Il segnale proposto dovrà essere omologato ed avere superato le seguenti prove propedeutiche, di cui dovrà essere prodotta idonea attestazione eseguito unicamente da Laboratori certificati:
    1. Certificazione attestante la rispondenza a quanto previsto ai punti 9.2.8 e 9.2.9.2 della norma tecnica CEI 214-2/1 relativa alle prove di resistenza alle alte e basse temperature.
    2. Certificazione attestante la rispondenza a quanto previsto al punto 9.2.2 della norma tecnica CEI 214-2/1 relativa alle prove di resistenza all'impatto.

3. Certificazione attestante la rispondenza a quanto previsto al punto 9.2.3 della norma tecnica CEI 214-2/1 relativa alle prove di resistenza alle vibrazioni.
4. Certificazione attestante la rispondenza a quanto previsto al punto 9.2.4.1 della norma tecnica CEI 214-2/1 relativa alle prove di resistenza in anidride solforosa (SO<sub>2</sub>).
5. Certificazione attestante la rispondenza a quanto previsto al punto 9.2.4.2 della norma tecnica CEI 214-2/1 relativa alle prove di resistenza in acido solfidrico (H<sub>2</sub>S).
6. Certificazione attestante la rispondenza a quanto previsto dalla norma tecnica EN 60529 per il raggiungimento di un indice di protezione IP65.
7. Certificazione attestante la rispondenza delle pellicole retroriflettenti applicate sullo schermo alle prove di resistenza ai raggi UV, adesività e shock termico.
8. Certificazione attestante la rispondenza del cartello, sia in condizioni di utilizzo passive (cartello spento) che in condizioni di utilizzo attive (cartello acceso), alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dalle normative ed in particolare:
  - Sistema passivo (cartello spento). Rispondenza alle caratteristiche previste da quanto previsto dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31/3/95 del Ministero dei LL.PP.
  - Sistema attivo (cartello acceso). Rispondenza alle caratteristiche previste dalla normativa Europea EN 12899. Gli intervalli di cromaticità accettabili per i singoli colori sono riportati nella tabella seguente:

<i>Colore</i>	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Rosso	0,690	0,310	0,595	0,315	0,569	0,341	0,655	0,345
Arancio	0,610	0,390	0,535	0,375	0,506	0,404	0,570	0,429
Giallo	0,522	0,477	0,470	0,440	0,427	0,483	0,465	0,534
Verde	0,313	0,682	0,313	0,453	0,209	0,383	0,013	0,486
Blu	0,078	0,171	0,196	0,250	0,225	0,184	0,137	0,038
Bianco	0,440	0,382	0,285	0,264	0,285	0,332	0,440	0,432



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

## 2.7. RETE DI TRASMISSIONE DATI IP

### 2.7.1. Caratteristiche del sistema

Di seguito sono elencate le caratteristiche minime che devono essere garantite e supportate dalla rete di trasmissione dati nel suo complesso e dai singoli componenti facenti parte integrante della stessa.

#### 2.7.1.1. *Affidabilità*

Considerata l'importanza della rete di trasporto, i componenti costituenti il sistema devono garantire elevati livelli di affidabilità e qualità in modo da offrire una soluzione affidabile per l'intero sistema.

L'Impresa appaltatrice deve fornire in opera apparati di rete in grado di garantire elevati livelli di affidabilità e qualità.

#### 2.7.1.2. *Espandibilità e integrabilità*

Il sistema deve essere aperto, espandibile e flessibile in modo da offrire una soluzione non chiusa, di facile scalabilità, espandibilità ed integrabilità. Deve poter essere espandibile sia a livello centrale che periferico in modo da adattarsi e soddisfare le esigenze future di integrazione e di implementazione di funzionalità o semplicemente di incremento del numero di apparati. Infine, deve essere aperto, soprattutto a livello centrale, all'integrazione con altri sistemi in modo da concorrere alla realizzazione di un unico sistema centrale di supervisione e controllo.

#### 2.7.1.3. *Manutenibilità*

Tutti i componenti del sistema devono essere contraddistinti da alti livelli di affidabilità (MTBF) e da MTTR contenuti. I componenti attivi del sistema devono prevedere funzionalità di autodiagnostica e di diagnostica centralizzata in modo da consentire una supervisione centralizzata in tempo reale dello stato di funzionamento delle periferiche e quindi dell'intero sistema.

#### 2.7.1.4. *Prescrizioni e normative di riferimento*

Il sistema di monitoraggio del traffico deve essere realizzato a regola d'arte.

Tutte le apparecchiature costituenti il sistema, oltre alle specifiche nel seguito riportate, dovranno rispettare:

- le Norme CEI;

- la Norma ETS 300-339 sulla compatibilità elettromagnetica – EMC;
- EN55022: 1994 Classe B (incluse le modifiche 1 e 2) sulla compatibilità elettromagnetica;
- e devono possedere la marcatura CE (ETS300386).

Le apparecchiature devono altresì rispettare tutte le Norme, i Decreti e le Leggi dello Stato ad esse inerenti ed, inoltre, tutte le normative di riferimento relative alla categoria di appartenenza.

Gli apparati attivi di rete devono essere conformi allo standard di sicurezza IEC 950/EN 60950.

## 2.7.2. Qualità e provenienza degli apparati e dei componenti di rete

### 2.7.2.1. Generalità

L'impresa installatrice deve fornire in opera una soluzione in grado di garantire alla Committente l'affidabilità, l'espandibilità e la manutenibilità del sistema.

L'affidabilità del sistema deve essere garantita a tutti i livelli, dalla componentistica elettronica agli applicativi di gestione.

La soluzione deve consentire un certo grado di espandibilità sia in termini di rete sia in termini di singoli apparati.

Gli apparati proposti devono essere dotati di un modulo o di un circuito in grado di eseguire la funzionalità di diagnosi e l'autodiagnosi stessa. La diagnostica deve essere effettuata con continuità ed in tempo reale, in modo da garantire l'immediata individuazione di ogni malfunzionamento.

### 2.7.2.2. Apparati di rete

#### 2.7.2.2.1. Apparato Switch Ethernet Layer 3

Deve essere un apparato di tipo stackable in grado di collegare fino a 24 utenze 10/100/1000 Mbit/s e 4 link 1000 Mbit/s. Deve offrire affidabilità nella connessione stackable tra switch e semplicità d'uso, e fornire allo stesso tempo prestazioni Gigabit Ethernet. Deve consentire l'ampliamento della larghezza di banda per ospitare al meglio un'ampia gamma di applicazioni convergenti e offrire i massimi livelli di disponibilità della rete. Gli switch devono essere impilati utilizzando interfacce e connessioni proprietarie senza utilizzare porte riservate alle utenze.

La tecnologia stackable supportata deve fornire un'interconnessione ad alta capacità in grado di collegare più switch, consentendo loro di "comportarsi" come una singola unità logica ottimizzata per gestire la convergenza delle applicazioni voce, video e dati. Lo stack deve comportarsi come una singola unità gestita da uno switch che funge da master che crea, aggiorna e distribuisce le tabelle dei percorsi switching e routing. In caso di interruzione dell'attività del master, un altro switch deve entrare in sostituzione assicurando la continuità operativa del sistema. Nel caso di aggiunta di un nuovo switch, la configurazione software adottata dagli altri dispositivi deve poter essere applicata automaticamente al nuovo arrivato. La tecnologia stackable deve consentire di impilare apparati della stessa famiglia, ma con disponibilità di porte differenti.

L'apparato switch deve garantire le seguenti funzionalità:

- affidabilità nella connessione stackable attraverso funzionalità evolute di failover in hardware e software;

- servizi unificati con funzionalità di forwarding distribuito e QoS (Quality of Service);
- semplicità di gestione grazie a meccanismi di configurazione automatizzati;
- prestazioni che consentono di gestire la richiesta di connessioni Gigabit Ethernet;
- disponibilità di un set avanzato di funzionalità di sicurezza per il controllo degli accessi tra cui ACL, autenticazione, servizi con 802.1x, ecc...
- layer 3 e routing multilayer;
- compatibilità con IPv6, deve gestire IPv6 in hardware.

Deve supportate le caratteristiche minime in elenco:

- aggiornamento automatico degli switch in caso di aggiornamento della versione software dello switch master;
- auto-sensing su tutte le porte non-GBIC/SFP;
- auto-negoziazione su tutte le porte;
- trunking, aggregazione porte e aggregazione di banda;
- Ethernet channeling;
- DHCP Relay;
- IEEE 802.3z: 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX/LH;
- CWDM;
- STP (Spanning Tree Protocol) e IEEE 802.1w RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol);
- per VLAN RSTP;
- routing per bilanciamento di carico e ridondanza;
- routing unicast base RIP, statico e dinamico (IGRP, EIGRP, OSPF, BGP);
- routing multicast (PIM);
- Inter-VLAN IP routing;
- IGMP;

- funzionalità avanzate CoS e QoS, code di priorità;
- rate limitino;
- VLAN IEEE 802.1Q;
- Stackability, il backplane del bus deve garantire le stesse prestazioni in termini di capacità di forwarding degli apparati presenti nello stack;
- predisposizione per alimentazione ridondata.

Deve poter essere gestito e configurato in locale o da remoto, deve supportare il protocollo SNMP e la gestione e configurazione via browser. Deve essere gestito ed integrato nell'attuale centro di gestione di rete. Deve poter prevedere ridondanza di alimentazione.

#### *Specifiche porte*

- 10Base-T RJ45, UTP C3, C4, C5;
- 100Base-TX RJ45, UTP C5;
- 1000Base-T RJ45, UTP C5e;
- 1000Base-T RJ45, UTP C5e; GBIC/SFP RJ45, UTP C5e;
- 1000Base-SX GBIC/SFP LC, transceiver SX per fibra multimodale;
- 1000Base-LX/LH GBIC/SFP LC, transceiver LX /LH per fibra monomodale;
- Stack proprietario;
- Console RJ45 o DB9, RS232.

#### *Specifiche generiche*

Tensione di alimentazione	230Vac $\pm$ 10%, 50/60Hz;
Temperatura di funzionamento	da 0 a + 45 °C;
Dimensioni	formato rack, 1 unità rack;
Segnalazioni	stato di sistema e stato delle porte;
Certificazioni e Approvazioni	EN55022, EN 55024; CE.

#### 2.7.2.2.2. *Apparato Switch Ethernet Layer 2 Industriale*

Lo switch Ethernet deve essere del tipo industriale, progettato specificatamente per applicazioni in soluzioni di networking industriale, sistemi ITS (Intelligent Transportation Systems) e più in generale per tutte quelle applicazioni dove le condizioni di utilizzo richiedono caratteristiche di funzionamento non garantite dai prodotti di tipo commerciale.

Deve essere in grado di collegare fino a 8 utenze, essere dotato di elevata disponibilità e caratterizzato da componenti di classe industriale, design compatto (per l'uso all'interno di contenitori industriali o da esterno), raffreddamento naturale (senza l'ausilio di ventole) e segnalazioni di ingresso e uscita per l'integrazione con la logica di campo. Deve operare nel range di temperatura 0 – 55 °C e resistere alle forti vibrazioni. Deve prevedere la possibilità di ridondare l'alimentazione.

Deve fornire connettività ad alta velocità Ethernet/Fast Ethernet, funzionalità software per traffico dati, voce e video, servizi di switching intelligenti per la sicurezza, la qualità del servizio, la gestione dell'affidabilità, l'assegnazione della priorità del traffico dati, il rate limiting, il filtraggio del traffico ecc...

Lo switch Ethernet deve garantire numerose funzionalità e caratteristiche finalizzate all'aumento della sicurezza di rete e dei dati. Deve fornire funzioni basate sul riconoscimento degli utenti, delle porte e degli indirizzi MAC; deve consentire di isolare il traffico diretto ad uno specifico destinatario garantendo un percorso dedicato dall'entry point fino alla porta di destinazione; deve permettere la configurazione di accessi basati sulla porta e l'autenticazione degli utenti ad un server esterno.

Deve classificare e dare priorità al traffico mediante la gestione del QoS basato sulle informazioni di livello 2-4, in modo da evitare le congestioni di traffico e assegnando i pacchetti propriamente alle code di uscita. In tal modo, consente di semplificare e rendere efficiente la gestione del traffico mission-critical.

Deve supportare IGMP snooping in hardware per migliorare e rendere efficace l'utilizzo della banda controllando e gestendo le applicazioni di tipo multicast.

Deve garantire le seguenti caratteristiche:

- auto-sensing su tutte le porte non-GBIC/SFP;
- auto-negoziatura su tutte le porte;
- STP (Spanning Tree Protocol) IEEE 802.1D, RSTP IEEE 802.1W e per VLAN STP;
- trunking, aggregazione porte e aggregazione di banda;
- IGMP snooping e filtering;
- funzionalità avanzate CoS e QoS, code di priorità;
- rate limiting;

- VLAN IEEE 802.1Q;
- DHCP Relay;

e supportare i seguenti standard:

- IEEE 802.1x, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s, IEEE 802.3x, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 803.ad;
- RMON I, RMON II;
- SNMPv1, SNMPv2c e SNMPv3.

Deve poter essere gestito e configurato in locale o da remoto, deve supportare il protocollo SNMP e la gestione e configurazione via browser.

Specifiche porte

- |                  |  |
|------------------|--|
| • 10Base-T       | RJ45, UTP C3, C4, C5;                                    |
| • 100Base-TX     | RJ45, UTP C5;  |
| • 100Base-FX     | SC o MTRJ;   |
| • 100Base-LX     | SC o LC;   |
| • 1000Base-T     | RJ45, UTP C5e;   |
| • 1000Base-SX    | GBIC/SFP LC, transceiver SX<br>per fibra multimodale;    |
| • 1000Base-LX/LH | GBIC/SFP LC, transceiver LX<br>/LH per fibra monomodale; |
| • Console        | RJ45 o DB9, RS232.                                       |

*Certificazioni e Approvazioni*

EN55022, EN 55024, EN60950, CE

Lo switch Ethernet deve essere fornito con l'alimentatore dedicato ca/cc, se non integrato all'interno dell'apparato, e il kit di installazione su guida DIN.

### 2.7.2.2.3. *Apparato Media Converter Ethernet*

L'apparato media converter deve essere costituito da uno chassis di contenimento dei moduli di conversione. Il subrack deve essere equipaggiato con uno specifico modulo di gestione SNMP e deve prevedere la possibilità di

ridondare la sezione di alimentazione. I moduli di alimentazione devono essere del tipo hot-swappable per evitare tempi di spegnimento dell'apparato.

Deve prevedere specifiche segnalazioni a led per la presenza delle alimentazioni e lo stato dei singoli moduli e link

I moduli di conversione devono avere un ampio range di interfacce, Ethernet, Fast Ethernet e Gigabit Ethernet. Il subrack deve essere equipaggiato con moduli Fast Ethernet per fibra ottica monomodale dotati di connessioni SC.

### **2.7.2.3. Accessori**

#### **2.7.2.3.1. Armadio Rack 19"**

Armadio metallico componibile almeno delle dimensioni di 600x600 mm e di altezza pari a 42 unità utili. La struttura interna deve essere equipaggiata con profilati in lamiera di acciaio per fissaggi a 19". L'armadio deve essere realizzato con pannelli laterali asportabili senza chiave, porta anteriore trasparente con vetro antinfortunistico apribile con maniglia girevole dotata di chiave. L'armadio deve essere completo di zoccolo con feritorie di aerazione, ingresso cavi dal basso, unità passacavi, sistema di ventilazione da installare sul tetto, canalina di alimentazione con almeno 10 prese universali protette da interruttore automatico e termoregolatore per il controllo della temperatura interna dell'armadio stesso (portata minima da +10° a +55°C). Tutte le parti metalliche dell'armadio devono essere dotate di idonei punti di messa a terra.

All'interno dell'armadio deve essere presente un ripiano telescopico completo di monitor, tastiera e mouse.

Inoltre dovrà essere presente una consolle KVM (keyboard, video, mouse) che permetta di controllare i vari server installati all'interno dell'armadio tramite un unico kit video, tastiera e mouse.

#### **2.7.2.3.2. Pannello di Permutazione in Rame, Patch Panel**

Il pannello di permutazione, patch panel, deve essere realizzato in alluminio e deve essere installabile direttamente su cabinet o rack standard 19". Deve essere equipaggiato con 24 prese RJ45 non schermate (in una unità rack) e dotato di appositi supporti per icone ed etichette di identificazione. Deve utilizzare elementi di connessione a perforazione d'isolante con isolamento delle coppie a quadrante e sistema piramidale d'ingresso conduttore. Il sistema di connessione deve consentire l'utilizzo di idoneo strumento per l'attestazione del singolo conduttore e deve supportare le diverse versioni standard di cablaggio T568A/T568B per ciascuna presa singola. I blocchi di connessione devono consentire un minimo di 200 ri-terminazioni senza degrado del segnale al di sotto dei limiti degli standard e supportare un diametro del conduttore solido da 22 a 26 AWG e un conduttore multifilare.

Deve essere dotato di una staffa bloccacavi posteriore per la gestione dei cavi, deve consentire l'identificazione delle porte sia sul fronte che sul retro del pannello e

deve riportare sul fronte del pannello il codice di Categoria di appartenenza. Deve essere corredato delle icone, delle etichette di identificazione, delle fascette per cavi e di tutti gli accessori necessari ad una corretta messa in opera.

Deve garantire un bilanciamento ottimizzato tra le coppie e una risposta lineare in diafonia in tutta la banda di utilizzo.

Deve essere conforme alle specifiche e prestazioni definite dagli Standard per la Categoria 6/Classe E (ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC. 11801:2002).

#### **2.7.2.4. Cavi e cablaggi**

##### **2.7.2.4.1. Cavo in Rame a 4 Coppie Intrecciate non Schermate**

Il cavo in rame a 4 coppie intrecciate non schermate deve avere la seguente struttura (dall'esterno verso l'interno):

- guaina tonda di diametro massimo di 6.35mm costruita con materiale LS0H, la guaina deve presentare contrassegni sequenziali di misura e la conformità agli Standard;
- 4 singole coppie di conduttori in rame nudo solido isolato 23AWG, intrecciate;
- elemento centrale di isolamento al fine di mantenere invariata la geometria delle coppie del cavo durante l'installazione.

Deve garantire una impedenza tipica di 100 Ohm ( $\pm 15\%$  @ 1-100MHz,  $\pm 22\%$  @ 100-250MHz).

Deve essere conforme alle specifiche e prestazioni definite dagli Standard per la Categoria 6/Classe E (ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC. 11801:2002).

##### **2.7.2.4.2. Patch Cord**

La bretella di permutazione, o patch cord, deve essere realizzata con cavo in rame multifilare con guaina tonda del tipo LS0H. Deve essere terminate ad entrambe le estremità con un connettore a 8 posizioni RJ45 con prestazioni conformi alla Categoria 6, con schema di cablaggio diritto conforme agli standard. I connettori devono essere resistenti alla corrosione da umidità, a escursioni termiche e agenti contaminanti, devono prevedere contatti in nichel e placcatura dorata ed essere dotati di cappuccio con protezione antiaggancio.

La bretella deve essere certificata al 100% in laboratorio ed essere interoperabile e retro-compatibile verso sistemi di categoria inferiore. Deve essere rispondente alle specifiche e prestazioni definite dagli Standard per la Categoria 6/Classe E (ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1 e ISO/IEC. 11801:2002).

La bretella deve essere disponibile in lunghezze standard, in diversi colori per facilitarne l'identificazione e deve consentire la possibilità di inserire sui cappucci di protezione icone colorate.

#### **2.7.2.4.3. *Bretella di Permutazione in Fibra Ottica Multimodale***

La bretella ottica deve essere del tipo duplex, realizzata con cavo in fibra multimodale 50/125  $\mu\text{m}$ , di lunghezza pari almeno a 5 m, terminata alle estremità con connettori SC o LC, oppure da un lato con connettori SC e dall'altro con connettori LC. Il materiale di rivestimento deve essere costituito da una guaina LSOH (emissioni di fumo limitate e a zero emissione di alogeni).

#### **2.7.2.4.4. *Bretella di Permutazione in Fibra Ottica Monomodale***

La bretella ottica deve essere del tipo duplex, realizzata con cavo in fibra monomodale 9/125  $\mu\text{m}$ , di lunghezza pari almeno a 5 m, terminata ad ambedue i lati con connettori SC o LC, oppure da un lato con connettori SC e dall'altro con connettori LC. Il materiale di rivestimento deve essere costituito da una guaina LSOH (emissioni di fumo limitate e a zero emissione di alogeni).

### **2.7.3. Precollaudo e collaudo**

#### **2.7.3.1. *Scopo***

Lo scopo del collaudo è quello di verificare il buon funzionamento e la corretta installazione dell'impianto, l'esercibilità dello stesso, il suo corretto inserimento nella rete di telecomunicazioni esistente, nonché la sua rispondenza agli standard, alle normative e al progetto definitivo.

Il collaudo deve essere effettuato mediante la definizione e l'esecuzione di misure e ispezioni visive sui vari componenti del sistema.

#### **2.7.3.2. *Generalità***

Prima di procedere ai test di collaudo e di accettazione specificati nel seguito, l'installazione del sistema deve essere completa, in ogni sua parte ed in ogni sito.

L'Impresa appaltatrice dovrà poi sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori un dettagliato programma dei test che intende eseguire sul sistema installato. Tali test devono essere eseguiti in due fasi distinte:

- una cosiddetta di precollaudo, a cura dell'Impresa appaltatrice;

- l'altra, di collaudo, eseguita sempre dall'Impresa appaltatrice, ma alla presenza di un collaudatore nominato dalla Committente, che deve avere lo scopo di verificare a campione i risultati di alcuni test già eseguiti dall'Impresa appaltatrice in fase di precollaudo e adeguatamente documentati.

Nel precollaudo, tutte le misure e le ispezioni visive devono essere eseguite per ciascun apparato e modulo di nuova fornitura.

Al termine delle operazioni di collaudo, deve essere prodotta la documentazione necessaria per la presa in carico del sistema da parte della Committente e per la sua successiva manutenzione.

Infine, l'Impresa appaltatrice deve essere responsabile degli eventuali inconvenienti che dovessero verificarsi sull'impianto prima del collaudo e, all'occorrenza di tali inconvenienti, deve provvedere alla regolarizzazione degli impianti stessi a sua cura e spese, entro i termini previsti per l'esecuzione del collaudo medesimo.

#### **2.7.3.3. *Misure ed ispezioni visive di collaudo***

Il collaudo deve verificare i seguenti fattori sostanziali:

- completezza della fornitura;
- qualità delle apparecchiature fornite;
- corretta installazione;
- funzionalità dell'impianto.

Per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto, per verificare il corretto funzionamento dei singoli componenti del sistema e del sistema stesso, devono essere effettuati test su:

- prove di comunicazione tra i vari dispositivi;
- prove di accesso sugli apparati sia dal sistema di gestione, operando alcune modifiche di configurazione, che tramite interfaccia Telnet.
- verifica delle funzionalità di ridondanza degli switch layer3, presso le sedi autostradali, simulando una rottura di uno di questi (o di una parte di esso) e verificando la convergenza della rete sull'altro router, in modo da garantire la continuità di servizio.
- verifica che il sistema di gestione rilevi e segnali eventuali anomalie o guasti sugli apparati di rete o sulla rete, simulati su una stazione remota.

- verifica delle funzionalità di log e monitoraggio di traffico del sistema di gestione.
- configurazione e gestione di alcuni filtri di traffico (o liste di accesso).
- prove di aggiornamento della configurazione software di alcuni apparati di rete.

#### **2.7.3.4. Modalità operative**

Prima dell'effettuazione del collaudo, l'Impresa appaltatrice deve fornire alla Committente la documentazione di seguito elencata:

- As-built del sistema;
- lo schema logico del sistema;
- lo schema dei collegamenti dell'impianto;
- lo schema degli armadi di contenimento degli apparati;
- lo schema dell'equipaggiamento di tutti gli apparati;
- lo schema dei cablaggi dei dispositivi;
- layout delle sale TLC con indicazione degli apparati e degli accessori;
- configurazione operata sui vari dispositivi di networking;
- il piano di indirizzamento IP adottato;
- la documentazione tecnica dei dispositivi, dei materiali e degli accessori forniti in opera;
- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati (L.46/90);
- la scheda attestante i risultati delle misure e delle ispezioni visive eseguite nel precollaudo di ogni sito.

I termini di esecuzione del collaudo saranno concordati fra il Collaudatore, all'uopo nominato dalla Committente e l'Impresa appaltatrice. A collaudo effettuato con esito favorevole, il Collaudatore autorizzerà la liquidazione del conto finale dei lavori in oggetto. In caso di collaudo con esito non favorevole, la risoluzione delle anomalie riscontrate dovrà essere effettuata entro i limiti stabiliti dal Collaudatore. Inoltre, a seguito di formale segnalazione da parte del Collaudatore medesimo, la Committente non darà

luogo alla liquidazione relativa al conto finale, fino al successivo invio dello stesso verbale di collaudo comprovante l'avvenuta rimozione delle irregolarità precedentemente riscontrate e quindi l'esito positivo.

#### **2.7.3.5. *Adempimenti dell'impresa appaltatrice***

Per tutta la durata del collaudo, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a garantire la presenza di personale responsabile in grado di prendere provvedimenti a seguito di eventuali rilievi mossi dal Collaudatore; la mancanza di tale requisito precluderà l'avvio delle operazioni di collaudo.

L'Impresa appaltatrice sarà inoltre tenuta a fornire a sue spese: mezzi, personale, attrezzi e strumentazione necessari per tutto il tempo di esecuzione del collaudo.

Gli oneri relativi all'impiego, da parte della Committente, di personale e mezzi per l'esecuzione di un collaudo risultato negativo, saranno a carico dell'Impresa appaltatrice.

#### **2.7.3.6. *Determinazione del campione da sottoporre al collaudo***

La consistenza degli apparati, degli accessori e la percentuale dell'installato da sottoporre al collaudo saranno definiti sulla base delle misure di precollaudo.

Esso non dovrà comunque essere inferiore al 30%. Le funzionalità del sistema centrale, comprese le unità server, le workstation e il sistema di visualizzazione saranno invece collaudate al 100%.

Un dettagliato programma di test deve essere sottoposto e approvato dalla Direzione Lavori.

#### **2.7.3.7. *Criteri di accettazione e di rifiuto del collaudo***

L'esito del collaudo si definirà positivo quando tutte le misure e le ispezioni visive eseguite risulteranno conformi alle specifiche tecniche richieste. La formalizzazione dell'esito positivo del collaudo avverrà mediante la firma e la consegna del verbale di collaudo.

L'esito del collaudo si definirà negativo quando almeno una delle misure e/o delle ispezioni visive previste darà esito negativo. Tale evenienza dovrà essere notificata per iscritto dal Collaudatore all'Impresa appaltatrice e, successivamente, dovranno essere concordati i termini per la regolarizzazione delle anomalie riscontrate e fissata la data del nuovo collaudo. Il nuovo campione da sottoporre al collaudo dovrà essere quantitativamente equivalente a quello precedentemente scelto.

Infine, nel caso in cui i valori rilevati in sede di collaudo, pur rientrando nei limiti di accettazione, si discostassero da quelli delle misure di precollaudo ben oltre la tolleranza strumentale dichiarata dalla casa costruttrice degli strumenti, determinando così una perdita di affidabilità delle misure di precollaudo stesse, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a rieseguire a sue spese le misure di precollaudo. In tale caso il collaudo dovrà essere sospeso fino alla presentazione delle nuove misure di precollaudo.

## 2.8. INFRASTRUTTURA

### 2.8.1. Qualità e provenienza dei materiali per le infrastrutture di posa dei cavi

#### 2.8.1.1. Tubi

Tali materiali hanno due scopi principali:

- garantire la protezione meccanica dei cavi;
- garantire l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza ulteriori opere civili.

##### 2.8.1.1.1. Tubazioni in PEHD a Superficie Esterna Liscia

Le successive specifiche si riferiscono a:

- monotubi in PEHD tipo PN 8 o PN 10 diametro nominale 50 mm o 40 mm impiegati per posa sotterranea a protezione dei cavi in fibra ottica.

Tutte le suddette tubazioni dovranno avere delle rigature interne, atte ad aumentare la scorrevolezza dei cavi.

Verranno nel seguito esaminati gli aspetti costruttivi e dimensionali dei materiali e degli accessori, le tolleranze ammesse, le prove di collaudo, le norme e le leggi che devono rispettare al fine di avere un prodotto di qualità che garantisca la durata nel tempo e che possa essere portato in ammortamento nel più lungo tempo possibile.

Per quanto riguarda la movimentazione e la posa delle tubazioni si dovranno osservare le particolari prescrizioni contenute nelle raccomandazioni IIP.

##### 2.8.1.1.2. Caratteristiche dei monotubi

Tritubi e monotubi devono avere caratteristiche dimensionali rispondenti a quanto previsto nelle tabelle 1 e 2:

TIPO	Diametro utile interno (mm)	Spessore tubo misurato nella gola (mm)	Diametro esterno medio (mm)	Peso (kg/m)	Lunghezza bobine (ml)
Monotubo Ø 40 PN 10	31,6÷32,6	3,6÷4,2	40,0÷40,4	0,41	500+1/-0

*Tabella 1* Caratteristiche dimensionali e tolleranze (UNI 12201)

TIPO	Ovalizzazione	Altezza rigatura (mm)	Numero totale rigature
------	---------------	-----------------------	------------------------



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

Monotubo Ø 40 PN 10	2%(estruso)-5%(srotolato)	0,15÷0,35	20
---------------------	---------------------------	-----------	----

*Tabella 2* Caratteristiche dimensionali e tolleranze (UNI 12201)

Le tubazioni in PEHD (Polietilene ad Alta Densità) devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme UNI, in particolare le 7811, 7813, 7814, 7092, 5642, 5640, 5819, 6062, alla IEC 538. Per la movimentazione, la posa e le prove delle tubazioni in PEHD saranno osservate le particolari prescrizioni contenute nelle raccomandazioni I.I.P.

I monotubi devono:

essere ottenuti per estrusione di polietilene vergine ad alta densità PE-HD, caricato con nerofumo master colorato di adatta granulometria e disperso uniformemente nella massa polimerica;

avere caratteristiche dimensionali e tolleranze rispondenti a quanto indicato nelle Tabelle 1 e 2;

essere forniti in bobine aventi lunghezza nominale riportata nelle Tabelle 1 e 2, opportunamente reggiate ed identificate in modo da rendere agevoli il loro carico e scarico unitamente ad eventuali verifiche; durante il loro stoccaggio le estremità dei tubi devono essere chiuse con tappi o altri sistemi atti ad evitare l'ingresso di acqua e/o corpi estranei;

avere riportata su ciascun tubo l'indicazione del nome del Fornitore, il diametro nominale e il tipo di materiale, giorno mese ed anno di costruzione, numero del lotto di fabbricazione, logo e/o scritta del Committente, lunghezza metrica progressiva per ogni bobina.

La stampigliatura del monotubo deve essere: leggibile anche dopo le opere di posa, di colore giallo/rosso/blu (o altro di immediato riconoscimento), effettuata per incisione a caldo ed eseguita ad intervalli regolari di 1 mt; i caratteri utilizzati devono avere altezza minima di 4 mm.

La stampigliature sul tritubo dovrà essere realizzata con gli stessi accorgimenti del monotubo, ma la stampa dovrà essere effettuata solo su uno dei 3 tubi.

Dopo la posa del tritubo, all'interno di ciascun tubo del medesimo deve essere installato il cordino di nylon, necessario per il tiro del cavo. Le caratteristiche del cordino sono descritte in un successivo paragrafo.

#### *2.8.1.1.3. Accettazione dei materiali e prove di tipo*

I prodotti forniti dovranno essere certificati con un rapporto di prova che garantisca la rispondenza, mediante prove e controlli, al presente capitolato.

Potranno essere richieste campionature, definite di "Tipo" (costituite da tubi provenienti dalla stessa produzione), per la verifica della rispondenza dei campioni a tutte le prescrizioni del presente Capitolato; dalla campionatura "Tipo" approvata devono essere prelevati i campioni, da depositare:

- uno presso il Fornitore;
- uno presso il Committente.

I campioni depositati devono essere provvisti di cartellino, recante le seguenti indicazioni:

- nome o sigla del Fornitore;
- matricola e descrizione del materiale;
- data dell'approvazione;
- firma del Committente e del Fornitore.

Il collaudo deve essere effettuato in fabbrica, a carico del Fornitore; il Committente può, a suo insindacabile giudizio, effettuare o ripetere prove presso laboratori ufficiali. Il Fornitore deve mettere a disposizione l'ambiente, gli strumenti ed il personale necessari per le prove; devono essere a disposizione dell'Ispettore del Committente i campioni di riferimento depositati presso il Fornitore.

Le prove, salvo quelle per le quali è diversamente specificato, devono essere eseguite alle condizioni atmosferiche normali (vedi norma CEI 50-2 fascicolo 716 del Gennaio 1985):

- temperatura 15°C - 35°C
- pressione atmosferica 860-1060 mbar
- umidità relativa 45-75%.

Qualora non vi siano le condizioni suddette, devono essere riportate sul verbale di collaudo le condizioni atmosferiche effettive. Per le verifiche, per le quali sono necessari provini, devono essere presi accordi tra il Fornitore ed il Committente per la preparazione in fabbrica delle quantità necessarie.

Le prove di tipo sono normalmente eseguite una sola volta all'atto dell'introduzione di una nuova produzione di monotubi o di tritubi; inoltre, quando richiesto dal Committente, le prove di tipo potranno essere ripetute su campioni prelevati dalla produzione corrente.

Esse dovranno comunque essere effettuate in caso di variazioni o modifiche ai materiali, alle tecniche o ai principi costruttivi.

I provini per le prove sul polietilene saranno ricavati dalle bobine di monotubo a partire da almeno un metro dall'estremità di ciascuna bobina.

I provini per le prove comparative (prima e dopo i condizionamenti) devono provenire dai medesimi campioni dei monotubi.

Ciascuna prova di tipo deve essere effettuata su provini con piano di campionamento come da Tab.4.

Le prove di tipo sono elencate nella Tab.3.

PROVE	RIFERIMENTI NORME
Costituzione	C.T
Massa volumica	ISO 1183/87
Temperatura di rammollimento	UNI 5642
Temperatura max del picco di fusione	ASTM D 3418
Attività residua antiossidante (O.I.T.)	UNI EN 728
Termofluidità	ISO 1133/87
Contenuto di nero fumo	UNI 9556
Prova di trazione su fustella	ISO 6259
Resistenza a compressione	C.T
Impatto alle basse temperature	ASTM D 2444
Verifica delle dimensioni e dei pesi	C.T.
Aspetto	ASTM D 2563-70
Siglatura	C.T.
Resistenza alla perforazione	C.T.
Resistenza alla pressione interna	UNI EN 921

**Tabella 3 PROVE (UNI 12210)**

Numerosità del lotto in bobine numerate	Numerosità del campione
da 1 a 150	2
da 151 a 1200	3
da 1201 a 35000	5
oltre 35000	8

**Tabella 4 Piano di campionamento di monotubi e tritubi**

**2.8.1.1.3.1. Costituzione**

Deve essere verificata la composizione del materiale costituente tritubi e monotubi che deve risultare “polietilene vergine ad alta densità”, senza vincoli di acquisizione da un particolare fornitore, il quale dovrà garantire che la materia prima è rispondente ai più elevati standard internazionali, presentando alla Committente una scheda tecnica che garantisca i seguenti requisiti minimi:

Massa Volumica ISO 1183 7092  $\geq 0,94$  g/cmc

Termofluidità ISO 1133 0,3/0,9;

Allung. a rottura ISO 527  $\geq 500\%$ .

**2.8.1.1.3.2. Massa volumica**

La prova dovrà essere eseguita secondo la norma ISO 1183/87 su tre provini di opportune dimensioni, utilizzando il metodo D. Il valore riscontrato deve risultare  $\geq 0,94$  g/cmc.

2.8.1.1.3.3. *Temperatura di rammollimento*

I valori riferiti alla norma UNI 5642 saranno dimostrati fornendo una scheda tecnica del fornitore. La temperatura media di rammollimento dovrà risultare  $> 115^{\circ}\text{C}$ .

2.8.1.1.3.4. *Temperatura massima del picco di fusione*

La prova deve essere eseguita secondo la norma ASTM D 3418. Il valore rilevato del picco di fusione non deve essere inferiore  $128^{\circ}\text{C}$ .

2.8.1.1.3.5. *Attività residua antiossidante (O.I.T.)*

Per la valutazione dell' O.I.T. deve essere utilizzato il metodo UNI EN 728 o eventuali varianti da proporre. Il valore rilevato alla temperatura di  $210^{\circ}\text{C}$  non deve essere inferiore a 15 minuti.

2.8.1.1.3.6. *Termofluidità*

La prova deve essere eseguita secondo la norma ISO 1133/87 a  $190^{\circ}\text{C}$  con carico di 49,05 N (5 Kgf). La quantità di estruso nell'unità di tempo dovrà risultare  $0,3 \div 0,9 \text{ g}/10 \text{ min}$ .

2.8.1.1.3.7. *Contenuto di nero fumo*

La prova deve essere eseguita secondo la norma UNI 9556. Il contenuto rilevato di carbon black dovrà risultare  $>2\%$ .

2.8.1.1.3.8. *Prova di trazione su fustella (ISO 6259)*

La prova dovrà essere eseguita su provini. Lo scopo della prova è quello di verificare le caratteristiche meccaniche del materiale costituente il tubo per mezzo di provette di tipo 1 ricavate dalla parete del tubo stesso. Quando la prova è effettuata secondo quanto prescritto dalla norma l'allungamento a rottura a  $23^{\circ}\text{C}$  deve essere  $\geq 350\%$ , la tensione di snervamento  $\geq 18 \text{ Mpa}$ . Per il tritubo tale prova sarà effettuata ricavando i provini dalla parte superiore o inferiore dei tritubi stessi, quindi saranno 3 fustelle per ogni tritubo.

2.8.1.1.3.9. *Resistenza a compressione*

La prova deve essere eseguita a temperatura ambiente ( $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) su provini della lunghezza di 150 mm ciascuno. Ogni provino di monotubo PN 10 posto tra due piastre metalliche rigide di una macchina dinamometrica non dovrà rilevare una riduzione del diametro interno maggiore del 15% quando è sottoposto ad una compressione di 1600 N (ca. 150 Kg) recupero del 95% del Diametro Esterno. La velocità di avvicinamento delle piastre metalliche dovrà essere regolata a 12,5 mm/min.

Ogni provino di monotubo PN8 posto tra due piastre metalliche rigide di una macchina dinamometrica non dovrà rivelare una riduzione del diametro interno maggiore del 5% quando è sottoposto ad una compressione di 245 N (ca. 25 Kg).

La velocità di avvicinamento delle piastre metalliche dovrà essere regolata a 10mm/min. Per i tritubi PN8/12,5 tale prova sarà effettuata sui 3 tubi precedentemente separati l'uno dall'altro.

*2.8.1.1.3.10. Impatto alle basse temperature*

La prova deve essere eseguita su provini della lunghezza 150 mm ciascuno, mantenuti alla temperatura di -20 °C per il tempo di un' ora. Per la prova di un monotubo PN8 viene impiegato un carico di 6 Kg ed un percussore di acciaio con superficie piatta e avente diametro esterno 50mm ed estremità del raggio pari a 0,8mm. Si dà un colpo nel punto di mezzo del provino, lasciando cadere il peso da un'altezza di 50cm. Per la prova di un monotubo PN 10 viene impiegato un carico di 10Kg ed un percussore di acciaio con superficie piatta e avente diametro esterno 50mm ed estremità del raggio pari a 0,8mm. Si dà un colpo nel punto di mezzo del provino, lasciando cadere il peso da un'altezza di 1500mm.

Dopo la prova il campione non deve presentare fessurazioni visibili ad occhio nudo. Per i tritubi PN8/12,5 tale prova sarà effettuata sui 3 tubi precedentemente separati l'uno dall'altro.

*2.8.1.1.3.11. Verifiche delle dimensioni e dei pesi.*

I monotubi devono avere le dimensioni riportate nelle Tabelle 1 e 2; pertanto devono essere verificate le dimensioni relative a:

- diametro esterno;
- diametro interno utile;
- spessore della gola;
- ovalizzazione;
- altezza rigatura;
- numero totale delle rigature.

La lunghezza nominale delle bobine deve essere quella riportata nella Tabella 1.

*2.8.1.1.3.12. Aspetto*

Devono essere controllati lo stato delle superfici (esterna ed interna) e l'aspetto dei manufatti. Le verifiche dello stato delle superfici devono essere effettuate in conformità alle Norme ASTM D 2563-70: i risultati devono corrispondere alla qualità del livello I di dette Norme. La verifica dell'aspetto dovrà essere effettuata mediante esame a vista; le tubazioni devono essere privi di difetti quali bolle, bruciature, cavità, deformazioni, ammanchi di materiale, inclusioni d'aria, grinze, screpolature, lesione e di quanto altro possa compromettere l'efficienza del materiale.

Inoltre ogni bobina di monotubo deve essere munita di tappi a pressione in polietilene (oppure se richiesto tappi ad espansione) inseriti alle estremità della matassa per impedire infiltrazioni d'acqua o ingresso di corpi estranei.

#### 2.8.1.1.3.13. *Siglatura*

Su ciascun tubo o tritubo devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- logo e/o scritta del Committente;
- nome del Fornitore;
- tipo di materiale e diametro nominale;
- giorno mese ed anno di costruzione;
- numero del lotto di fabbricazione;
- lunghezza metrica progressiva per ogni bobina;
- numerosità bobina da 1 a 9 (se richiesta).

#### 2.8.1.1.3.14. *Resistenza alla perforazione*

La prova dovrà essere eseguita a temperatura ambiente ( $23 \pm 2$  °C) su provini della lunghezza di 150 mm ciascuno. Per il tritubo tale prova sarà effettuata sui 3 tubi precedentemente separati l'uno dall'altro. Ogni provino dovrà poter assorbire senza perforarsi un'energia d'urto pari a 7,85 J, esercitata da un perforatore costituito da un cilindro metallico sagomato ad un'estremità a sfera ( $R = 5$  mm), disposto verticalmente e lasciato cadere centralmente su ciascun provino da un'altezza di 0,5 metri. Ogni provino dovrà assorbire senza perforarsi un'energia d'urto di 7,85 J.

#### 2.8.1.1.3.15. *Resistenza alla pressione interna*

La prova dovrà essere eseguita attendendo 24 ore dall'estrusione delle tubazioni. Dal lotto di fabbricazione viene selezionato uno spezzone di tubo di lunghezza opportuna ricavare n°3 provette di lunghezza definita da norma EN 921. Ogni pezzo deve essere identificato con un numero. Il campione deve essere riempito di acqua e deve essere mantenuto a bagno d'acqua per 1 ora alla temperatura minima di 60°C e successivamente deve essere messo sotto pressione e portato nel PN 10 a 12,5 bar e mantenuto a tale pressione per 2 ore, nel PN8 dovrà essere portato a 8 bar

per 2ore. Al termine della prova effettuata sui tre campioni non dovranno riscontrare cedimenti, rotture e/o deformazioni. Sul tritubo tale prova sarà effettuata su uno dei 2 tubi laterali o sul centrale precedentemente separati.

Su richiesta del cliente sarà possibile effettuare la prova su tutti e tre i tubi precedentemente separati.

#### 2.8.1.1.3.16. *Resistenza di rottura per impatto ambientale (stress cracking)*

La prova dovrà essere eseguita su campioni della lunghezza di almeno un metro curvati ad U con un mandrino del diametro di 450 mm. La porzione curvata del tubo dovrà essere immersa in una soluzione composta da 10% Antarox

(Igepal) CO-630 in acqua, ad una temperatura di  $50 \pm 2$  °C per almeno 168 ore. Alla fine del periodo di prova il campione non dovrà mostrare crepe o spaccature. In alternativa potrà essere utilizzato il metodo di prova previsto dalla norma ASTM F 1248.

Garanzia

I prodotti dovranno essere coperti ga garanzia per un periodo non inferiore a 2 anni dalla data di installazione.

#### 2.8.1.1.4. *Tubazioni in PEHD a Superficie Esterna Corrugata*

I tubi corrugati devono essere prodotti in conformità alla Norma CEI EN 50086-1-2-4.

Il tubo è un profilato di materiale plastico, con struttura coestrusa a doppia parete realizzata da un tubo esterno corrugato in PEHD e da una guaina interna liscia in PELD (polietilene a bassa densità), che deve essere priva di irregolarità quali buchi e grumi non fusi ed avere un'ondulazione il cui diametro massimo sia non superiore al 3% del diametro nominale esterno del tubo. Gli spessori delle guaine interna ed esterna devono essere tali da garantire le prestazioni meccaniche e tecniche richieste per il tubo corrugato; eventuali variazioni nello spessore delle singole guaine devono risultare non superiori al 20%.

Tale profilato costituisce la protezione meccanica per i cavi che in tale struttura saranno ospitati.

La massa termoplastica del tubo deve risultare inerte alla corrosione, agli agenti chimici presenti nel terreno, così come agli agenti atmosferici; deve inoltre resistere ai batteri, alle spore ed ai funghi, agli idrocarburi, ai detersivi ed all'acqua.

I materiali delle 2 guaine devono inoltre essere di opportuna composizione in modo da fornire un'elevatissima resistenza alla radiazione U.V. (almeno 6 mesi).

Il tubo corrugato deve essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

I monotubi da usare dovranno avere le seguenti caratteristiche nominali:

diámetro esterno	<b>75</b>	<b>90</b>
diámetro interno	60	73

rotolo di metri	50	50
-----------------	----	----

*Tabella 1*

resistenza allo schiacciamento a 450 N con deformazione del diametro  $\leq 5\%$  (misurata su 5 cm di tubo a 20 °C)

Il fornitore deve dichiarare il minimo raggio di curvatura che il tubo può sopportare in modo permanente, senza che questo causi alcun degrado delle caratteristiche meccaniche e senza che avvengano distacchi fra le 2 guaine, o fessurazioni di quella interna, tali da compromettere l'integrità del prodotto.

Il raggio di curvatura deve essere  $\leq 0,55$  m.

Il tubo corrugato viene fornito in matasse, opportunamente reggiate, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e di eventuali verifiche. Le estremità del tubo devono essere chiuse con tappi, o altro sistema analogo, per evitare l'ingresso di corpi estranei nei periodi di stoccaggio; su una delle 2 estremità deve essere anche fornito un manicotto lineare di giunzione in PEHD per il raccordo fra tubi.

All'interno del tubo deve essere posizionata una sonda tirafilo, con carico di rottura 400÷600 N, per facilitare l'inserimento di una fune tiracavo.

Sul tubo, ad intervalli regolari di lunghezza non superiore a 3 m e su tutta la pezzatura, devono essere riportate le seguenti indicazioni mediante stampigliatura indelebile:

- longitudinalmente :
- la sigla del fornitore;
- la data di costruzione (mm/aa);
- trasversalmente :
- la sigla del fornitore;
- il diametro esterno;
- la scritta "EN 50086-2-4" (CEI 23-46);
- classe N;
- il marchio IMQ, o equivalente;
- marcatura CE.

#### 2.8.1.1.5. *Tubo Spaccato*

E' una doppia guaina tubolare in polipropilene di colore nero per la protezione dei cavi; è flessibile, apribile longitudinalmente, ha caratteristiche dielettriche ed autoestinguenti; deve avere una buona resistenza agli urti, alla corrosione, alle basse temperature ed ai raggi U.V.

#### 2.8.1.1.6. *Tubo Flessibile*

Tubo da utilizzarsi in situazioni particolari dove non sia possibile installare tritubi e/o monotubi, oppure, ad esempio, dove siano richiesti raccordi fra cavidotti rigidi e armadi, o cassette.

Principali caratteristiche funzionali sono : flessibilità, materiale di tipo rinforzato, possibilità di essere fissato a muro, o ad altri sostegni, con appositi collari.

Il produttore deve avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

#### 2.8.1.1.7. *Canaletta in acciaio zincato*

Le canalette in acciaio zincato sono utilizzate per la protezione meccanica dei tubi e dei cavi, in particolare all'esterno di ponti, o tombini. Le canalette in acciaio zincato a caldo sono costituite da un corpo di forma ad U, che rappresenta il vano di contenimento e da un coperchio di chiusura ad incastro, entrambi realizzati in acciaio (Fe 360 B UNI 7070-82 EN 10025) zincato con processo di immersione a caldo, tali da dare all'insieme un'elevata robustezza.

Sia il corpo che il relativo coperchio devono presentare una imbutitura anteriore che permette l'innesto della canaletta successiva.

Zincatura a caldo: Il procedimento di zincatura a caldo, prevede l'immersione nello zinco fuso dopo tutte le lavorazioni meccaniche; il rivestimento risulterà su tutti i lati esterni ed interni, sui bordi e fori, quanto per offrire resistenza ad azioni meccaniche ed ossidanti.

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie nere; le gocce ed eccessi di zinco devono essere tolte solo se pregiudicano l'uso finale della canaletta.

Lo strato di zincatura deve risultare aderente affinché possa resistere senza criccarsi, o spellarsi, quando sia sottoposto alle normali condizioni di impiego della canaletta.

Le caratteristiche della zincatura a caldo devono essere conformi alle Norme UNI 4179 punto 3 e UNI 5744-66 punti 4 e 5.

Colore: Il colore della canaletta, risulterà il grigio classico della zincatura a caldo.

La canaletta dovrà inoltre avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza all'urto (resilienza) :      valor medio  $\geq 27$  J

(Norma UNI EN 10025 e EN 10045/1);

- resistenza allo snervamento :  $\geq 235 \text{ N/mm}^2$

(Norma EN 10025);

- rottura a trazione :  $\geq 360 \div 510 \text{ N/mm}^2$

(Norma UNI EN 10025 e EN 10002/1);

spessore del rivestimento :  $\geq 78 \mu\text{m}$ , per il valore singolo

$86 \mu\text{m}$ , per la media dei campioni misurati

(Norma UNI ISO 2178 e CEI 7-6).

Ciascuna canaletta deve essere provvista di cartellino fissato mediante piombino, recante le seguenti indicazioni:

- nome, o sigla del fornitore;
- descrizione del materiale;
- mese ed anno di costruzione.

#### 2.8.1.1.8. *Pozzetti in CLS e Chiusini in Ghisa*

I pozzetti, che l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, hanno lo scopo di:

- realizzare punti di tiro e di cambio di direzione del cavo;
- alloggiare eventuali scorte del cavo, se richieste;
- consentire un tempestivo e agevole intervento manutentivo.

Qualunque siano le dimensioni dei pozzetti impiegati, il produttore dovrà avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

#### 2.8.1.1.9. *Pozzetti di Dimensioni Interne 125x80 cm e 90x70 cm*

I pozzetti, in cls armato prefabbricato, di due diverse dimensioni interne: 125x80 cm  $\pm$  3% e 90x70 cm  $\pm$  3%, questi ultimi utilizzati solo come punti di tiro, di cambio di direzione e per le giunzioni dei cavi in rame, possono essere posti in opera in due diverse configurazioni:

- affioranti
- interrati.

Indipendentemente dal tipo di installazione:

- il pozzetto è costituito da un anello di fondo (altezza 53 cm), da eventuali anelli di sopralzo di altezza pari a 10 cm, o 20 cm, o 40 cm, infine da un anello portachiusino (altezza 12 cm) e da un chiusino in ghisa sferoidale (di spessore 10 cm), rispondente alla classe D400 della Norma UNI EN 124 (1995), di tipo doppio, dotato di quattro semicoperchi triangolari, per il pozzetto 125x80 cm, di tipo singolo, dotato di due semicoperchi triangolari, per il pozzetto 90x70 cm.
- l'anello di fondo del pozzetto deve presentare alla base un setto a frattura per consentire il drenaggio di acque;
- le pareti devono presentare asole in cls non armato da sfondare per permettere l'accesso delle tubazioni.
- le caratteristiche e requisiti dei materiali impiegati per la realizzazione del pozzetto devono essere:
- calcestruzzo Rbk non inferiore a 300 kg/cm<sup>2</sup>;
- ferro d'armatura tipo FeB44K (UNI 6407-69, UNI EN 60).

I pozzetti di dimensioni interne 125x80 cm e 90x70 cm utilizzati nel progetto sono costituiti:

- nell'installazione affiorante su asfalto : da un anello di fondo (altezza 53 cm), da due anelli di sopralzo di altezza 40 cm ciascuno, da un anello portachiusino (altezza 12 cm) e da un chiusino in ghisa sferoidale (di spessore 10 cm), rispondente alla classe D400 della Norma UNI EN 124, di tipo doppio, dotato di quattro semicoperchi triangolari, per il pozzetto 125x80 cm, di tipo singolo, dotato di due semicoperchi triangolari, per il pozzetto 90x70 cm;
- nell'installazione affiorante su terreno vegetale e nell'installazione interrata : da un anello di fondo (altezza 53 cm), da un anello di sopralzo di altezza 40 cm, da un anello portachiusino (altezza 12 cm) e da un chiusino in ghisa sferoidale (di spessore 10 cm), rispondente alla classe D400 della Norma UNI EN 124, di tipo doppio, dotato di quattro semicoperchi triangolari, per il pozzetto 125x80 cm, di tipo singolo, dotato di due semicoperchi triangolari, per il pozzetto 90x70 cm.

#### **2.8.1.1.10. Chiusini in Ghisa a 2 o 4 coperchi**

I chiusini devono essere costituiti da:

- coperchio e telaio in ghisa sferoidale GS 500-7 a Norma ISO 1083 (1987); materiale con valore di durezza Brinell  $\geq 200$  HBS; conforme alla classe D400 (carico di rottura  $> 400$  kN) della Norma UNI EN 124 (1995) per installazione in carreggiate stradali (comprese le vie

pedonali), banchine transitabili ed aree di stazionamento, per tutti i tipi di veicoli stradali;

- 4 semicoperchi triangolari per il pozzetto 125x80 cm, 2 semicoperchi triangolari per il pozzetto 90x70 cm;
- semicoperchi apribili “a portafoglio”, ad appoggio tripode, cioè in grado di garantire l’appoggio al telaio per soli tre punti; incernierati, con apertura minima a 100° e che già nella posizione aperti a 90° (circa) assumano la posizione di sicurezza (bloccaggio di sicurezza automatico);
- primo semicoperchio “maestro”, dotato di serratura di sicurezza, che blocca lo/gli altro/i semicoperchio/i “servente/i” (che non deve/ono presentare fori per la chiave di manovra), munito/i di una placca di bloccaggio con il semicoperchio precedente, che ne consente l’apertura solo in sequenza, dopo lo sbloccaggio del primo semicoperchio;
- serratura di sicurezza chiusa con un tappo di protezione in materiale plastico, realizzato in modo tale da rimanere solidale con il semicoperchio stesso, quando viene estratto dalla propria sede per l’accesso alla serratura;
- articolazione “ghisa su ghisa” realizzata per fusione, con ganci sul semicoperchio e con sede di rotazione su telaio;
- telaio monoblocco a struttura alveolare, di altezza 10 cm e di dimensioni massime di ingombro 1255x855 mm, per il pozzetto 125x80 cm e 945x872 mm, per il pozzetto 90x70 cm; provvisto di idonei anelli, occhielli, o altro, per consentire / facilitare la movimentazione ed il posizionamento del dispositivo completo.

I chiusini dovranno avere inoltre le seguenti caratteristiche:

- la massa areica non deve essere superiore a 375 Kg/m<sup>2</sup>;
- l’apertura dei semicoperchi deve essere tale da realizzare almeno un lato (il più lungo), per il chiusino doppio e due lati adiacenti, per quello singolo, liberi da ostacoli;
- lo sforzo equivalente dell’operatore all’apertura non deve essere mai superiore a 30 kg (in ottemperanza alla legge N°626 del 1/3/1995 inerente la movimentazione dei carichi);
- le dimensioni utili della luce devono essere 1060x700 mm, per il pozzetto 125x80 cm e 800x700 mm, per il pozzetto 90x70 cm;
- in posizione aperti a 90°, deve essere possibile rimuovere completamente ogni semicoperchio senza operazioni di smontaggio delle cerniere;

- la superficie superiore del coperchio del chiusino deve avere una conformazione tale da renderla libera da acque di scorrimento e deve possedere un motivo in rilievo composto da granulato antisdrucchiolo e siglatura;
- il motivo in rilievo non deve essere né inferiore al 30%, né superiore al 50%, della superficie superiore totale del coperchio e del telaio;
- le superfici interne ed esterne del coperchio e del telaio devono essere rivestite con vernice protettiva antiruggine idrosolubile di colore nero non tossica e non inquinante (l'Impresa appaltatrice dovrà presentare una scheda di sicurezza del prodotto impiegato).

Infine, tutte le parti del chiusino devono essere prive di bave e non devono presentare difetti di lavorazione, riparazioni.

Sui chiusini devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- Sul semicoperchio “maestro”:
  - logotipo della Committente;
  - 3 cifre “8” realizzate con 7 segmenti a rilievo;
- Su tutti i semicoperchi:
  - nome e/o marchio di identificazione del fornitore;
  - ultime due cifre dell'anno di costruzione (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il semicoperchio);
  - numero del lotto di fonderia (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il semicoperchio);
  - scritta “EN 124 - D400”;
  - il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO 9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).
- Sul telaio:
  - nome e/o marchio di identificazione del fornitore;
  - ultime due cifre dell'anno di costruzione;
  - numero del lotto di fonderia, posto sulla faccia interna sottostante al bordo di appoggio del coperchio;
  - scritta “EN 124 - D400”;

- il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO 9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).

Il chiusino non deve presentare parti sporgenti, pertanto il granulato antisdrucchiolo e la siglatura devono avere lo stesso livello di rilievo.

#### 2.8.1.1.11. *Chiusini in ghisa a singolo coperchio*

I chiusini avranno chiusura con battente e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Saranno conformi alle norme UNI-EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura di pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature)

I chiusini dovranno essere quadrati in ghisa sferoidale EN-GJS-500-7 a norme UNI EN 1563 del Giugno 1997 con resistenza a rottura superiore a 400 kN (40 t); conforme alla classe di carico D 400 prevista dalla norma UNI EN 124. Dovranno presentare la zona di appoggio sul telaio conformata in modo tale da realizzare un dispositivo a tenuta idraulica.

Dovranno essere composti da:

- un telaio privo di guarnizioni che assicura la tenuta con un contatto metallo-metallo e che, presenta, all'esterno una bordatura per ottimizzare la tenuta alla malta cementizia;
- un coperchio di forma quadrata che garantisce la stabilità grazie all'elevata altezza della bordatura. Provvisto di superficie antisdrucchiolo e di appositi fori ciechi per il sollevamento.

Dovranno avere dimensioni esterne del telaio pari a 60x60 cm, una luce netta di 44x44 cm e una altezza di 7,5 cm.

Infine, sui chiusini dovranno essere riportate le seguenti indicazioni:

- logotipo della Committente;
- scritta "TLC";
- nome e/o marchio di identificazione del fornitore;
- ultime due cifre dell'anno di costruzione (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il coperchio);
- numero del lotto di fonderia (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il coperchio);
- scritta "EN 124 - D400";

- il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO 9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).

## **2.8.2. Qualità e provenienza dei materiali e dei componenti le opere ottiche**

### **2.8.2.1. Generalità sui Cavi in Fibra Ottica**

Nel seguito sono riportate le caratteristiche sia dei cavi a fibre ottiche armati, per posa sotterranea in tubazione e per terminazione d'utente, o in sala TLC, o in shelter, sia dei cavi aerei, sia delle fibre ottiche monomodali SM-R (SingleMode-Reduced) a dispersione non spostata che multimodali da cui questi cavi sono costituiti.

I cavi hanno nucleo ottico dielettrico e tipo di protezione come dettagliato nei successivi sottoparagrafi.

Le caratteristiche devono essere in accordo con la Norma EN 187101.

Le tipologie di cavi oggetto del presente Capitolato sono:

- cavi ottici per posa interrata, con modulo base a 10 fibre ottiche a tubetti
- cavi ottici per posa interrata, a 8 fibre ottiche a tubetti;

#### **2.8.2.1.1. Fibre Ottiche Singolo Modo SM-R a Dispersione Non Spostata**

Le caratteristiche delle fibre ottiche monomodali devono rispettare sia i requisiti della Raccomandazione ITU-T G.652, che la Norma EN 188101.

Tali fibre sono ottimizzate per l'impiego nella seconda finestra di trasmissione ( $\lambda=1310$  nm), ma le loro caratteristiche sono comunque tali da permetterne l'impiego anche nella terza finestra di trasmissione ( $\lambda=1550$  nm).

Nel seguito sono descritte le caratteristiche che devono rispettare i fornitori nella fabbricazione delle fibre ottiche singolo-modo SM-R a dispersione non spostata, da utilizzare nei cavi per posa aerea, sotterranea e sottomarina e pertanto in quelli descritti nei paragrafi successivi del presente Capitolo.

I metodi utilizzati dai fornitori per la misura dei parametri caratteristici delle fibre ottiche singolo-modo SM-R a dispersione non spostata non cablate devono essere in accordo con quanto previsto dalla Normativa internazionale ed europea:

- ITU-T Recommendation G.650 “Definition and test methods for the relevant parameters of single-mode fibres”;
- IEC 60793-1-1 Optical fibres Part 1: Generic specification Section 1: General (1995);

- IEC 60793-1-2 Optical fibres Part 2: Generic specification Section 2: Measuring methods for dimensions (1995);
- IEC 60793-1-3 Optical fibres Part 3: Generic specification Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics (1995);
- IEC 60793-1-4 Optical fibres Part 4: Generic specification Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics (1995);
- IEC 60793-1-5 Optical fibres Part 5: Generic specification Section 5: Measuring methods for environmental characteristics (1995);
- EN 188000 “Generic Specification: Optical fibres”.

Le prescrizioni sulle caratteristiche delle fibre ottiche singolo-modo SM-R a dispersione non spostata non cablate devono essere in accordo con quanto previsto dalla Normativa internazionale ed europea:

- ITU-T Recommendation G.652 “Characteristics of a single-mode optical fibre cable”;
- IEC 60793-2 Optical fibres Part 2: Product specifications First Amendment (1995);
- EN 188100 “Sectional Specification: Single-mode Optical fibres”;
- EN 188101 “Family Specification: Single-mode Optical fibres”.
- Sono qui elencate le definizioni dei principali termini / caratteristiche relativi alle fibre ottiche singolo-modo SM-R a dispersione non spostata.

#### 2.8.2.1.2. *Diametro di Campo Modale*

È una misura della larghezza trasversale della distribuzione di potenza ottica guidata in una fibra singolo-modo.

#### 2.8.2.1.3. *Mantello*

È la regione più esterna di indice di rifrazione costante in una sezione della fibra.

#### 2.8.2.1.4. *Centro del Mantello*

In una sezione della fibra ottica, è il centro del cerchio che meglio approssima il limite esterno del mantello.

In alternativa si può accettare la seguente definizione, una volta provata la sua equivalenza con la precedente : “in una sezione della fibra ottica, è il centro dell'ellisse che meglio approssima il limite esterno del mantello”.

#### 2.8.2.1.5. *Diametro del Mantello*

E' il diametro della circonferenza che definisce il centro del mantello.

In alternativa si può accettare la seguente definizione, una volta provata la sua equivalenza con la precedente : “è il diametro medio dell'ellisse che definisce il centro del mantello”.

#### 2.8.2.1.6. *Non Circolarità' del Mantello*

E' il rapporto fra la differenza tra il diametro della circonferenza circoscritta al limite esterno del mantello e il diametro della massima circonferenza, concentrica alla precedente, che sta all'interno del limite esterno del mantello ed il diametro nominale del mantello.

Il centro di entrambe le circonferenze suddette deve coincidere con il centro del mantello.

In alternativa si può accettare la seguente definizione, una volta provata la sua equivalenza con la precedente : “è la differenza tra l'asse maggiore e l'asse minore dell'ellisse, divisa per il diametro nominale del mantello”.

#### 2.8.2.1.7. *Centro del Campo Modale*

E' la posizione della centroide della distribuzione d'intensità spaziale in una sezione della fibra.

#### 2.8.2.1.8. *Errore di Concentricità' del Diametro di Campo Modale*

E' la distanza tra il centro del campo modale ed il centro del mantello.

#### 2.8.2.1.9. *Attenuazione*

Alla lunghezza d'onda  $\lambda$  l'attenuazione  $A(\lambda)$  tra due sezioni 1 e 2, distanti L, è definita come:

$$A(\lambda) = 10 \log \left( \frac{P_1(\lambda)}{P_2(\lambda)} \right) \quad (dB)$$

dove  $P_1(\lambda)$  e  $P_2(\lambda)$  sono le potenze ottiche che attraversano, rispettivamente, le sezioni 1 e 2 alla lunghezza d'onda  $\lambda$ .

Per una fibra uniforme, è possibile definire un'attenuazione per unità di lunghezza, o coefficiente di attenuazione, che è indipendente dalla lunghezza della fibra, come:

$$\alpha(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{L} \quad \left( \frac{dB}{\text{unità di lunghezza}} \right)$$

**2.8.2.1.10. *Lunghezza d'Onda di Taglio***

E' la lunghezza d'onda al di sopra della quale il rapporto tra la potenza totale, includendo i modi di ordine superiore e la potenza del modo fondamentale è diminuita al di sotto di 0,1 dB, essendo i modi sostanzialmente eccitati in maniera uniforme.

La lunghezza di fibra deve essere di 2 m e deve includere un anello di raggio uguale a 140 mm.

**2.8.2.1.11. *Coefficiente di Dispersione Cromatica***

E' la derivata rispetto alla lunghezza d'onda del ritardo di gruppo dei pacchetti d'onda che si propagano lungo l'unità di lunghezza di fibra.

**2.8.2.1.12. *Lunghezza d'Onda di Dispersione Nulla***

E' la lunghezza d'onda alla quale il coefficiente di dispersione cromatica si annulla.

**2.8.2.1.13. *Coefficiente di Dispersione di Polarizzazione***

È il ritardo differenziale di gruppo diviso per la radice della lunghezza di fibra misurata, nel caso di fibre con lunghezza maggiore di 1 km, cioè in regime di forte accoppiamento modale.

**2.8.2.1.14. *Pezzatura di Filatura***

E' la quantità di fibra filata dalla singola preforma e prima dell'esecuzione del "Proof-Test".

**2.8.2.1.15. *Pezzatura Finale***

E' la quantità di fibra (su singola bobina) ottenuta a partire da una pezzatura di filatura dopo l'esecuzione del "Proof-Test".

**2.8.2.1.16. *Proof-test***

Questa prova prevede che l'intera lunghezza di fibra prodotta venga sottoposta ad un dato livello di stress (un tiro equivalente a più di 8 N) per una certa durata (1 sec), corrispondente a 100 kpsi, o 0,7 Gpa, o all'1% di allungamento, in modo tale da eliminare quelle pezzature contenenti cricche che conferiscano loro una resistenza meccanica inferiore al livello di proof-stress stesso. (IEC 60793-1- Method B1 - Optical fibre proof-test.)

Il test deve essere eseguito sul 100% delle fibre fornite.

2.8.2.1.17. *Parametro di Uniformità di Attenuazione (XA)*

E' la massima differenza tra il coefficiente di attenuazione di segmenti di fibra di lunghezza pari a 1 km ed il coefficiente di attenuazione globale (dell'intera fibra).

Il parametro XA ed il coefficiente di attenuazione globale sono misurati a partire dalla traccia di retrodiffusione bi-direzionale. L'unità di misura di XA è [dB/km].

2.8.2.1.18. *Parametro di Uniformità di Profilo (XP)*

E' l'ampiezza della fascia contenente la traccia di retrodiffusione ottenuta operando la media aritmetica delle tracce di retrodiffusione (normalizzate) misurate dalle due teste.

L'unità di misura di XP è [dB/km].

2.8.2.1.19. *Specifiche di Classe*

Sono le caratteristiche comuni ai seguenti tipi di fibre:

- fibre a dispersione non spostata (SM-R);
- fibre a dispersione spostata (DS);
- fibre a dispersione non nulla (NZD).

La caratterizzazione di questa classe di fibre (fibre ottiche singolo-modo) viene effettuata tramite la prescrizione dei materiali da impiegare e dei parametri funzionali (dimensionali, ottici e trasmissivi, meccanici, ambientali) elencati nei sottoparagrafi seguenti.

Se non diversamente specificato i parametri si intendono misurati a temperatura ambiente ( $T_a = 23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  ; R.H. =  $\leq 50\%$ ).

2.8.2.1.20. *Generalità*

La fibra consiste in un nucleo di silice drogata, con un mantello di silice pura (matched clad), che danno alla fibra un profilo dell'indice di rifrazione a gradino (step index).

La fibra è protetta da uno strato protettivo composito, che consiste in 2 strati concentrici di resina acrilica, reticolata ai raggi UV.

2.8.2.1.21. *Materiali di Nucleo e Mantello*

Il materiale costituente le fibre deve essere:

- nucleo : silice (SiO<sub>2</sub>) drogata con GeO<sub>2</sub>;
- mantello : silice (SiO<sub>2</sub>).

Il fabbricante deve garantire l'uniformità delle caratteristiche del vetro di tutte le fibre; in particolare la temperatura di rammollimento deve essere costante, per garantire la qualità di eventuali giunzioni per fusione.

#### **Materiali del Rivestimento**

Il materiale costituente il rivestimento delle fibre deve essere un doppio strato di resina acrilica reticolata agli UV.

##### *2.8.2.1.22. Dimensioni del Rivestimento*

<b>Parametro</b>	<b>Requisito</b>	<b>U. m.</b>
Diametro del rivestimento: fibra per cavi decadali	245 ± 10	µm
Non circolarità del rivestimento	≤ 2	□
Errore di concentricità	≤ 10	µm

*Tabella 1 dimensione del rivestimento*

##### *2.8.2.1.23. Dimensioni del Vetro*

<b>Parametro</b>	<b>Requisito</b>	<b>U. m.</b>
Diametro del mantello	125 ± 1	µm
Non circolarità del mantello	≤ 1	□
Errore di concentricità del campo modale	≤ 0,8	µm

*Tabella 2 dimensioni del vetro*

##### *2.8.2.1.24. Uniformità di Attenuazione (XA)*

<b>Parametro</b>	<b>Requisito</b>	<b>U. m.</b>
Uniformità di Attenuazione a 1310 nm	≤ 0,025	dB/km
Uniformità di Attenuazione a 1550 nm	≤ 0,025	dB/km

*Tabella 3 uniformità di attenuazione (XA)*

##### *2.8.2.1.25. Attenuazione per Curvatura*

<b>Parametro</b>	<b>Requisito</b>	<b>U. m.</b>
Attenuazione per curvatura a 1550 nm	≤ 0,05	dB

*Tabella 4 attenuazione per curvatura*

##### *2.8.2.1.26. Requisiti Generali*

Non sono ammesse giunzioni sulle singole pezzature di fibre, salvo accordi particolari con il Committente.

**2.8.2.1.27. Parametro  $n_d$  di Suscettibilità alla Corrosione**

Parametro	Requisito
$n_d$ di suscettibilità alla corrosione	$\geq 19 \pm 1$ al 95 % di intervallo di confidenza

*Tabella 5 parametro  $n_d$  di suscettibilità alla corrosione*

**2.8.2.1.28. Parametri della Distribuzione di Weibull**

Parametro	Requisito	U. m.
$m_1$	$\geq 20 \pm 1$	
$\square_{01}$	$> 4$	GPa

*Tabella 6 parametri della distribuzione di Weibull*

**2.8.2.1.29. Carico di Asportazione Meccanica del Rivestimento**

Parametro	Requisito	U. m.
Stripping force media	Compresa tra 1 e 3,5	N
Forza relativa al primo picco (media)	Allo studio	N

*Tabella 7 carico di asportazione meccanica del rivestimento*

**2.8.2.1.30. Flessione (Curl)**

Parametro	Requisito	U. m.
Raggio di curvatura	$\geq 5$	m

*Tabella 8 flessione*

**2.8.2.1.31. Immersione in Acqua**

Parametro	Requisito	U. m.
Variazione di attenuazione a 1550 nm	$\leq 0,05$	dB/km
Variazione del carico medio a frattura rispetto al valore iniziale	$< 10$	%
Variazione della stripping force media rispetto al valore iniziale	$< 10$	%

*Tabella 9 immersione in acqua*

**2.8.2.1.32. Alta Temperatura ed Alta Umidità**

Parametro	Requisito	U. m.
Variazione di attenuazione a 1550 nm	$\leq 0,05$	dB/km
Variazione del carico medio a frattura rispetto al valore	$< 50$	%



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

iniziale		
Variazione della stripping force media rispetto al valore iniziale	< 50	%

*Tabella 10 alta temperatura ed alta umidità*

**2.8.2.1.33. Cicli Termici**

Parametro	Requisito	U. m.
Variazione di attenuazione a 1550 nm	≤ 0,05	dB/km

*Tabella 11 cicli termici*

**2.8.2.2. Specifiche di Tipo per Fibre Ottiche a Dispersione Non Spostata (SM-R)**

Sono le caratteristiche peculiari delle fibre ottiche a dispersione non spostata, denominate SM-R, ottimizzate in dispersione per l'impiego in sistemi di telecomunicazioni nella regione di lunghezza d'onda intorno a 1310 nm. Le loro caratteristiche sono tali da permetterne l'impiego anche nella regione di lunghezza d'onda intorno a 1550 nm, dove hanno attenuazione inferiore.

**2.8.2.2.1. Profilo d'Indice**

Il profilo d'indice della fibra deve essere tale da garantire i requisiti funzionali riportati nei sottoparagrafi seguenti.

**2.8.2.2.2. Attenuazione**

Parametro	Requisito	U. m.
Coefficiente di Attenuazione a 1310 nm	Val med. □ □ 0,36 Val. MAX: 0,40	dB/km dB/km
Coefficiente di Attenuazione a 1550 nm	Val med. □ □ 0,20 Val. MAX: 0,24	dB/km dB/km
Coefficiente di Attenuazione a 1285 - 1330 nm	Val med. □ □ 0,40 Val. MAX: 0,44	dB/km dB/km
Coefficiente di Attenuazione a 1525 - 1575 nm	Val med. □ □ 0,22 Val. MAX: 0,26	dB/km dB/km
Coefficiente di Attenuazione a 1575 - 1620 nm (*)	Val med. □ □ 0,23 Val. MAX: 0,27	dB/km dB/km
Coefficiente di Attenuazione per scopi di monitoraggio a 1625 nm	Val. MAX: 0,30	dB/km
Picco del coefficiente di Attenuazione a 1380 nm (OH)	< 1	dB/km

(\*) Valori provvisori da confermare

*Tabella 1 attenuazione*

**2.8.2.2.3. Lunghezza d'Onda di Taglio**

Parametro	Requisito	U. m.
Lunghezza d'onda di Taglio	Valmed. ≤1280	nm



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

	Val. Min: 1160 MAX: 1320	nm nm
--	-----------------------------	----------

*Tabella 2.8.2.2—2 lunghezza d'onda di taglio*

**2.8.2.2.4. Diametro di Campo Modale**

Parametro	Requisito	U. m.
Diametro di Campo Modale a 1310 nm	$9,2 \pm 0,3$	$\mu m$

*Tabella 2 diametro del campo modale*

**2.8.2.2.5. Uniformità di Profilo (XP)**

Parametro	Requisito	U. m.
Uniformità di profilo	allo studio	-

*Tabella 3 uniformità di profilo*

**2.8.2.2.6. Dispersione Cromatica**

Parametro	Requisito	U. m.
Coefficiente di Dispersione Cromatica nel campo 1285 $\lambda_1 \lambda_2$ 1330 nm	Val med. $\lambda_1 \lambda_2$ 3,0 Val. MAX: 3,5	ps/(nm·km) ps/(nm·km)
Coefficiente di Dispersione Cromatica a 1550 nm	Val med. $\lambda_1 \lambda_2$ 17 Val. MAX: 20	ps/(nm·km) ps/(nm·km)
Lunghezza d'onda di Dispersione nulla ( $\lambda_0$ )	1315 $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$ 9	nm
Pendenza a $\lambda_0$	$\lambda_1$ 0,093	ps·nm <sup>-2</sup> ·km <sup>-1</sup>

*Tabella 4 dispersione cromatica*

**2.8.2.2.7. Dispersione di Polarizzazione**

Parametro	Requisito	U. m.
Coefficiente della Dispersione di Polarizzazione	$\lambda_1$ 0,3	ps/ $\lambda_1$ km

*Tabella 5 dispersione di polarizzazione*

**2.8.2.3. Cavo in Fibra Ottica a Tubetti per Posa Sotterranea con Modulo Base a 10 Fibre SM-R – Cavo a 50 Fibre Ottiche**

Nella presente specifica tecnica sono dettagliate le caratteristiche del CAVO OTTICO, con potenzialità di 50 fibre SMR, avente strato di rinforzo in filati aramidici, armatura antiroditore e barriera contro l'umidità in nastro d'acciaio corrugato termosaldato e guaina esterna in Polietilene, per installazione in ambiente esterno, in tubazione.

Il nucleo è costituito da un elemento centrale in vetroresina, attorno al quale sono riuniti, con il metodo dell'elica inversa (S/Z), tubetti di materiale

termoplastico; lo strato è completamente riempito con tamponante sintetico. All'interno di ciascuno tubetto sono alloggiato, in modo lasco, 10 fibre ottiche SMR.

Le fibre ottiche impiegate sono ottimizzate per l'utilizzo nelle regioni di 1310 nm e 1550 nm di lunghezza d'onda.

Le caratteristiche sono in accordo alla Raccomandazione ITU-T G.652 e allo standard IEC 60793.

Il cavo è progettato per una vita utile di oltre 25 anni.

I test per la determinazione delle proprietà meccaniche sono in accordo agli standards IEC 60794-1 e EN 187000.

I test per la determinazione delle caratteristiche dei materiali sono in accordo agli standards IEC, ISO e ASTM.

A scopo di identificazione, nella presente specifica, in accordo alla norma UNEL 36011, viene utilizzata la seguente terminologia:

- K: strato di rinforzo in filati aramidici
- H9: armatura con nastro d'acciaio corrugato
- E: guaina di Polietilene

### 2.8.2.3.1. Caratteristiche Tecniche Fibra Ottica

Caratteristica		Specifica	
Profilo dell'indice di rifrazione		A gradino (match cladding)	
Nucleo	Materiale	Silice drogata (SiO <sub>2</sub> drogata con GeO <sub>2</sub> )	
	Diametro del campo modale (MFD; metodo Petermann II)	9.2 ± 0.4 μm	
Mantello	Materiale	Silice pura (SiO <sub>2</sub> pura)	
	Diametro	125 ± 1 μm	
Rivestimento primario	Strato interno	Materiale	Resina acrilica reticolata agli UV
		Materiale	Resina acrilica reticolata agli UV
	Strato esterno	diametro	245 ± 5 μm
Concentricità nucleo/mantello		<input type="checkbox"/> 0.5 μm	
Non-circolarità del mantello		<input type="checkbox"/> 1%	

**Tabella 1 Caratteristiche geometriche**

Caratteristica		Specifica
Uniformità longitudinale di attenuazione <sup>(1)</sup>		± 0.02 dB
Attenuazione per curvatura (100 giri, Diam. mandrino 50 mm) a 1310 nm		□ 0.05 dB/km
Attenuazione per curvatura (100 giri, Diam. mandrino 50 mm) a 1550 nm		□ 0.10 dB/km
Lunghezza d'onda di taglio della fibra (□ cf)		1190 ÷ 1330 nm
Lunghezza d'onda a dispersione nulla (□ <sub>0</sub> )		1312 ± 10 nm
Dispersione cromatica a 1288 ÷ 1339 nm		□ 3.5 ps/(nm*km)
Dispersione cromatica a 1550 nm		□ 18 ps/(nm*km)
Coefficiente di dispersione di polarizzazione	Valore max. <sup>(2)</sup>	0.2 ps/√km

**Tabella 2 Caratteristiche ottiche e trasmissive**

(1) Definita d0 la retta che si ottiene approssimando la curva di retrodiffusione in scala logaritmica con il metodo dei minimi quadrati, tutti i punti del diagramma stesso devono essere contenuti nella fascia delimitata dalle due rette d+ e d- ottenute traslando in direzione verticale la retta d0 di ± 0.02 dB rispettivamente.

(2) Valore misurato sulla fibra avvolta liberamente su bobina di diametro >30 cm.

Caratteristica		Specifica
Proof test	Valore min.	1%
Forza di rimozione rivestimento primario (strippabile meccanicamente)		1 ÷ 3.5 N
Flessione della fibra (Curl radius)		□□4.0 m

**Tabella 3 Caratteristiche meccaniche**

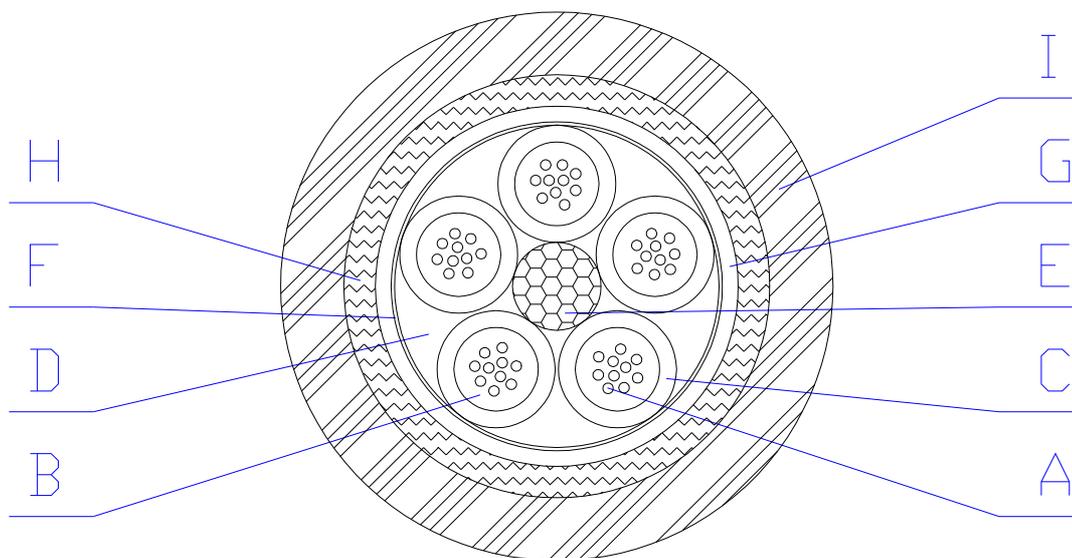
### 2.8.2.3.2. Cavo 50 Fibre Ottiche

Elemento		TOL5D 50 5(10SMR) T/KH9E
Fibra ottica	Tipo	SMR 9/125 in accordo a Raccomandazione G.652 dell'ITU-T
Elemento centrale	Materiale	Tondino VTR
	Diam. Nom. mm	2.0
Tubetti loose	Materiale	Polibutilenetereftalato (PBTF)
	Numero	5
	Tamponante	Compound sintetico
Tamponante del nucleo		Compound sintetico
Fasciatura		Nastro plastico
Elemento di rinforzo		Doppio strato di filati aramidici
Armatura – barriera antiumidità / antiroditore	Materiale	Nastro d'acciaio rivestito di copolimero, applicato longitudinalmente, corrugato e termosaldato
	Sp. Nom. mm	0,15
Guaina esterna	Materiale	PE nero
	Sp. Nom. mm	1.5
Diametro nom. mm		13

Peso approssimativo kg/km	155
Riferimento a disegno	Figura 1
Marcatura della guaina esterna	“Nome costruttore - CAVO OTTICO – TOL5D 50 5(10SMR) T/KH9E - Anno di fabbricazione – Nome del committente” + metrica sequenziale

*Tabella 4 Costruzione, dimensioni e pesi*

2.8.2.3.3. *Sezione del Cavo*



*Figura 1 Sezione cavo*

**Descrizione:**

- Fibre ottiche SMR.
- Tamponante tubetto.
- Tubetto di protezione lasco (loose).
- Tamponante nucleo.
- Elemento centrale FRP.
- Fasciatura nucleo.
- Doppio strato di filati aramidici, come elemento di trazione.

- Protezione metallica antiroditore: nastro d'acciaio biplaccato, applicato longitudinalmente, corrugato e termosaldato alla guaina sovrastante; spessore nominale dell'acciaio 0,15 mm.
- Guaina esterna in PE di colore nero; spessore nominale 1,5 mm.

**2.8.2.3.4. Codice Colori**

**Fibre:**

1. fibra - 1: Rosso (colore base)
2. fibra - 2: Verde (colore base)
3. fibra - 3: Giallo (colore base)
4. fibra - 4: Marrone (colore base)
5. fibra - 5: Blu
6. fibra - 6: Viola
7. fibra - 7: Arancio (in alternativa è possibile la codifica con colori di base + anelli neri.)
8. fibra - 8: Grigio (in alternativa è possibile la codifica con colori di base + anelli neri.)
9. fibra - 9: Bianco (in alternativa è possibile la codifica con colori di base + anelli neri.)
10. fibra - 10: Nero (in alternativa è possibile la codifica con colori di base + anelli neri.)

**Tubetti:**

11. tubetto pilota: Rosso
12. tubetto direzionale: Verde
13. tubetti intermedi: Naturale

**2.8.2.3.5. Caratteristiche Tecniche del Cavo a 50 Fibre Ottiche**

Caratteristica		Specifica
Uniformità longitudinale di attenuazione		± 0.055 dB
Lunghezza d'onda di taglio del cavo (□ ccf)		□ □ 1250 nm
Coefficiente di attenuazione a 1310 nm		□ 0.40 dB/km
Coefficiente di attenuazione a 1550 nm		□ 0.25 dB/km
Coefficiente di dispersione di polarizzazione	Valore max.	0.5 ps/□km

*Tabella 5 Caratteristiche ottiche e trasmissive*

Caratteristica		Specifica
Tiro massimo applicabile in fase di posa		3000 N
Raggio minimo di curvatura in trazione		260 mm
Raggio minimo di curvatura non in trazione		195 mm
Intervallo di temperatura	Immagazzinamento	Da -30°C a +60°C
	Installazione	Da -10°C a +50°C
	Funzionamento	Da -30°C a +60°C

*Tabella 6 Caratteristiche meccaniche ed ambientali*

*Prove Meccaniche ed Ambientali*

<b>Prova</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Parametri</b>	<b>Requisiti</b>
Trazione	IEC 60794-1-E1 EN 187000 met.501	Lunghezza: > 50 m Carico:3000 N	L'allungamento delle fibre non eccede 1/3 del valore del proof strain Nessuna variazione di attenuazione (□□0.05 dB/km)
Schiacciamento	IEC 60794-1-E3 EN 187000 met.504	Carico: 3 kN Durata del carico: 15 min	Nessuna variazione di attenuazione (□□0.05 dB/km) Nessun danneggiamento alla guaina o a elementi del cavo
Percussione	IEC 60794-1-E4 EN 187000 met.505	Energia: 5 Nm Numero di impatti: 30 Raggio del percussore: 300 mm	Nessuna rottura delle fibre Nessun danneggiamento alla guaina o a elementi del cavo
Piegature ripetute	IEC 60794-1-E6 EN 187000 met.507	Raggio di piegatura: 20 x diam. cavo Carico: 100 N Numero di cicli: 35 Durata dei cicli: 2 s circa	Nessun danneggiamento alla guaina o a elementi del cavo
Piegatura del cavo	IEC 60794-1-E11 Procedura 1 EN 187000 met.513	Diam. del mandrino: 20 x diam. cavo Numero di avvolg.: 5 Numero di cicli: 3	Nessuna variazione di attenuazione (□□0.05 dB/km)
Torsione	IEC 60794-1-E7 EN 187000 met.508	Lunghezza: 1 m Carico: 100 N Numero di giri: ± 180° Numero di cicli: 5	Nessun danneggiamento alla guaina o a elementi del cavo Variazione di attenuazione □□0.1 dB/km reversibile
Cicli di temperatura	IEC 60794-1-F1 EN 187000 met.601	Range di temperatura:-30 °C / +60° C	Nessuna variazione di attenuazione (□□0.1 dB/km)
Penetrazione d'acqua	IEC 60794-1-F5 EN 187000 met.605B	Lunghezza: 3 m	Nessuna perdita d'acqua sull'intera sezione del cavo

*Tabella 7 Test meccanici ed ambientali*

2.8.2.3.6. *Prove sui Materiali*

<b>Materiale</b>	<b>Prova</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Requisiti</b>
Tamponante tubetti	Punto di goccia Penetraz. del cono a - 30 °C	ASTM D 566 ASTM D 217	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 150 °C <input type="checkbox"/> 150 * 10E-1 mm
Tamponante nucleo	Punto di goccia Penetraz. del cono a - 30 °C	ASTM D 566 ASTM D 217	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 150 °C <input type="checkbox"/> 150 * 10E-1 mm
Polietilene per guaina	Carico di rottura Allungamento a rottura Densità Indice di termofluidità E.S.C.R. Contenuto di nerofumo	IEC 811-1-1 IEC 811-1-1 ISO 1183 Met. D ISO 1133 cond. 4 IEC 811-4-1 proc. B IEC 811-4-1	<input type="checkbox"/> 10 MPa <input type="checkbox"/> 350 % <input type="checkbox"/> 0.940 g/cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> 0.4 g/10 min nessuna rottura > 2 %
PBTF tubetti loose	Carico di rottura Allungamento a rottura Invecchiamento Compatibilità con il tamponante	ASTM D 638 ASTM D 638 HD 505/1-2 HD 505/4.2	<input type="checkbox"/> 40 MPa <input type="checkbox"/> 100 % nessuna lesione nessuna lesione
Tondino VTR	Carico di rottura Allungamento a rottura Modulo di Young (<1 % allung.)	ASTM D 3916 ASTM D 3916 ASTM D 3916	<input type="checkbox"/> 1400 MPa <input type="checkbox"/> 2 % <input type="checkbox"/> 40000 MPa
Nastro corrugato d'acciaio	Spessore acciaio Spessore copolimero Carico a rottura Allungamento a rottura	UNI 5547 UNI 5547	0.150 ± 0.015 mm 0.050 mm <input type="checkbox"/> 400 Mpa <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 12 %
Filati aramidici	Carico di rottura Allungamento a rottura	ASTM D 885 ASTM D 885	<input type="checkbox"/> 0.131 N/dTex <input type="checkbox"/> 1 %

*Tabella 8 Proprietà dei materiali*

**2.8.2.4. *Cavo in Fibra Ottica a Tubetti per Posa Sotterranea con Modulo Base a 8 Fibre SM-R o MM – Cavo a 8 Fibre Ottiche***

Nella presente specifica tecnica sono dettagliate le caratteristiche del CAVO OTTICO, con potenzialità di 8 fibre SMR/MM, avente strato di rinforzo in filati aramidici, armatura antiroditore e barriera contro l'umidità in nastro d'acciaio corrugato termosaldato e guaina esterna in Polietilene, per installazione in ambiente esterno, in tubazione.

Al centro del cavo c'è il tubetto di materiale termoplastico; lo strato è completamente riempito con tamponante sintetico. All'interno del tubetto sono alloggiati, in modo lasco, 8 fibre ottiche SMR/MM.

Le fibre ottiche SM/R impiegate sono ottimizzate per l'utilizzo nelle regioni di 1310 nm e 1550 nm di lunghezza d'onda.

Le fibre ottiche MM impiegate sono ottimizzate per l'utilizzo nelle regioni di 850 nm e 1300 nm di lunghezza d'onda.

Le caratteristiche per la SM/R, sono in accordo alla Raccomandazione ITU-T G.652 e allo standard IEC 60793.

Le caratteristiche per la MM, sono in accordo alla Raccomandazione con IEC 60793<sup>1°</sup> - ITU-TG.651

Il cavo è progettato per una vita utile di oltre 25 anni.

I test per la determinazione delle proprietà meccaniche sono in accordo agli standards IEC 60794-1 e EN 187000.

I test per la determinazione delle caratteristiche dei materiali sono in accordo agli standards IEC, ISO e ASTM.

#### 2.8.2.4.1. Caratteristiche Tecniche Fibra Ottica

Caratteristica		Specifica	
Profilo dell'indice di rifrazione		A gradino (match cladding)	
Nucleo	Materiale	Silice drogata (SiO <sub>2</sub> drogata con GeO <sub>2</sub> )	
	Diametro del campo modale (MFD; metodo Petermann II)	9.2 ± 0.4 μm	
Mantello	Materiale	Silice pura (SiO <sub>2</sub> pura)	
	Diametro	125 ± 1 μm	
Rivestimento primario	Strato interno	Materiale	Resina acrilica reticolata agli UV
		Materiale	Resina acrilica reticolata agli UV
	Strato esterno	Diametro	245 ± 5 μm

*Tabella 1 Caratteristiche geometriche*

Caratteristica	Specifica SMR	Specifica MM
Attenuazione SMR a 1310/1550 nm (dB/km)/ Attenuazione MM a 850/1300 nm (dB/km)/	≤ 0,38/≤ 0,24	≤ 2,8/≤ 1
Diametro del campo modale a 1310 nm (μm)	9.2±0.4	
Dispersione cromatica a 12858 ÷ 1330/1550 nm (ps/nm*km)	≤ 3.5 /≤ 18	
Diametro del mantello (μm)	125±0.1	125±0.2
Errore concentricità nucleo/mantello(μm)	≤0.5	≤3
Non concentricità del mantello(%)	≤1	≤2
Diametro del rivestimento primario (μm)	245 ± 10	245 ± 15
Apertura numerica		0.200±0.015
Larghezza di banda a 850/1300nm (°)Mhz*km)		≥500/≥800

*Tabella 2 Caratteristiche ottiche e trasmissive*

(1) Definita  $d_0$  la retta che si ottiene approssimando la curva di retrodiffusione in scala logaritmica con il metodo dei minimi quadrati, tutti i punti del diagramma stesso devono essere contenuti nella fascia delimitata dalle due rette  $d_+$  e  $d_-$  ottenute traslando in direzione verticale la retta  $d_0$  di  $\pm 0.02$  dB rispettivamente.

(2) Valore misurato sulla fibra avvolta liberamente su bobina di diametro  $>30$  cm.

Caratteristica		Specifica
Proof test	Valore min.	1%
Forza di rimozione rivestimento primario (strippabile meccanicamente)		$1 \div 3.5$ N
Flessione della fibra (Curl radius)		$\square \square 4.0$ m

*Tabella 3 Caratteristiche meccaniche*

2.8.2.4.2. *Cavo 8 Fibre Ottiche*

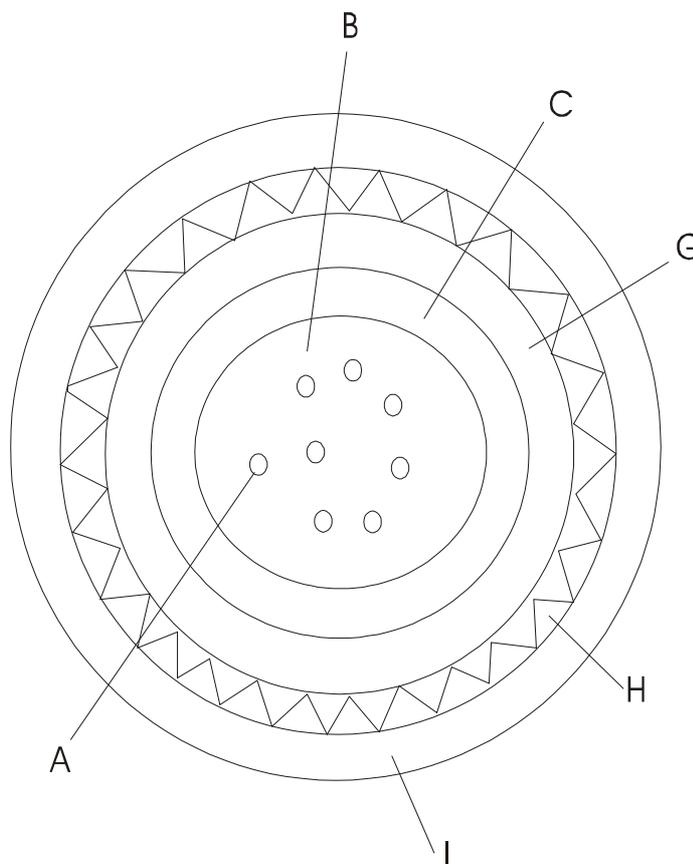
Elemento		TOL 8 1(8SMR/MM) T/KH9E
Fibra ottica	Tipo	SMR 9/125 in accordo a Raccomandazione G.652 dell'ITU-T
Fibra ottica	Tipo	MM 50/125 in accordo a Raccomandazione G.651 dell'ITU-T
Tubetti loose	Materiale	plastico
	Numero	1
	Tamponante	Compound sintetico
Tamponante del nucleo		Compound sintetico
Elemento di rinforzo		Doppio strato di filati aramidici
Armatura barriera Antiroditore	Materiale	Nastro d'acciaio rivestito di copolimero, applicato longitudinalmente, corrugato e termosaldato
	Sp. Nom. mm	0,15
Guaina esterna	Materiale	PE
	Sp. Nom. mm	1.5
Diametro esterno nom. mm		8.2
Peso approssimativo kg/km		80
Raggio minimo di curvatura (mm)		105
Riferimento a disegno		Sezione del cavo
Marcatura della guaina esterna		"Nome costruttore - CAVO OTTICO - TOL1D 8 1(/8SMR/MM) T/KH9E - Anno di fabbricazione - Nome del committente" + metrica sequenziale

*Tabella 4 Costruzione, dimensioni e pesi*

Caratteristica	Specifica
Proof test	1%
Valore min.	
Forza di rimozione rivestimento primario	1÷ 3.5N
Flessione della fibra	≥4.0 m

*Tabella 3 - Caratteristiche meccaniche*

2.8.2.4.3. *Sezione del Cavo*



Sezione cavo 8 f.o.

Descrizione

- A) Fibre ottiche SMR.
- B) Tamponante tubetto.
- C) Tubetto di protezione lasco (loose).
- G) Doppio strato di filati aramidici, come elemento di trazione.
- H) Protezione metallica antiroditore: nastro d'acciaio biplaccato, applicato longitudinalmente, corrugato e termosaldato alla guaina sovrastante; spessore nominale dell'acciaio 0,15 mm.
- I) Guaina esterna in PE di colore nero; spessore nominale 1,5 mm.

#### 2.8.2.4.4. *Codice Colori*

**Fibre:**

- 14. fibra - 1: Rosso;
- 15. fibra - 2: Verde;
- 16. fibra - 3: Giallo;
- 17. fibra - 4: Marrone;
- 18. fibra - 5: Blu;
- 19. fibra - 6: Viola (in alternativa è possibile la codifica con colori di base + anelli neri.);
- 20. fibra - 7: Arancio (in alternativa è possibile la codifica con colori di base + anelli neri.);
- 21. fibra - 8: Grigio (in alternativa è possibile la codifica con colori di base + anelli neri.);

**Tubetto:**

- 22. tubetto Naturale

#### 2.8.2.5. *Muffole per Giunti in Fibra Ottica*

La giunzione è una delle operazioni più importanti e delicate nella realizzazione di un collegamento a fibre ottiche. L'esecuzione dei giunti deve essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali ed accessori indicati nel presente Capitolato, o approvati dalla Committente.

La zona di giunzione deve essere opportunamente protetta ed alloggiata in moduli di giunzione posti all'interno di un accessorio fondamentale, denominato "muffola".

La muffola deve poter essere installata all'interno di manufatti in cemento (cameretta, o pozzetto), all'interno di centrali TLC, shelter manufatti in esterno (cassoni) e su palificazione.

La muffola deve essere tale da consentire, sullo stesso lato, l'ingresso e l'uscita dei cavi primari e l'uscita dei cavi secondari.

Prerogativa principale della muffola deve essere quella di permettere la gestione separata delle singole fibre (e quindi dei circuiti), mediante opportuni moduli di giunzione, eliminando così la possibilità di interferire su circuiti già in funzione durante le operazioni di reintervento, o di configurazione della rete.

La muffola è un componente soggetto a possibili interventi sia di ampliamento, sia di manutenzione; tale particolarità evidenzia la necessità di conoscere perfettamente il tipo di muffola da inserire in impianto. Pertanto, indipendentemente dalla rispondenza di tale accessorio e delle sue parti al presente Capitolato, potranno essere inserite in impianto muffole e relativi accessori (piovre, tubetti, ecc.) solamente dopo l'approvazione da parte della Committente.

Si possono classificare i seguenti tipi di muffole in funzione del loro utilizzo in impianto:

- muffola per giunto di linea, derivazione o per giunto pot-head;
- muffola per giunto di estrazione.

Il giunto di linea permette la giunzione diritta di due, o più, pezzature di cavo ed è normalmente ubicato all'interno dei pozzetti.

Talvolta, in coincidenza con i giunti di linea, si possono estrarre / derivare alcune fibre per effettuare dei collegamenti di utente (giunto di derivazione).

#### 2.8.2.5.1. *Caratteristiche Costruttive e Funzionali*

La muffola deve essere concepita come un sistema modulare con una configurazione base che può essere equipaggiata, in fabbrica, o direttamente in campo, con diversi moduli e/o accessori, per poter essere utilizzata nelle configurazioni elencate nel precedente sottoparagrafo.

Le dimensioni di massimo ingombro devono essere 80x30x30 cm.

La muffola, di forma cilindrica, nella configurazione base consiste in un contenitore di materiale plastico, resistente agli urti, a tenuta stagna (IP 68 secondo EN 60 529 ed IEC 529) e composto da:

- una base circolare con un sistema per la sigillatura dei cavi entranti e/o uscenti;
- un coperchio di chiusura cilindrico;
- un sistema in grado di chiudere ermeticamente e permettere la riapertura di base e coperchio, senza l'uso di attrezzature specifiche, a garanzia di semplice ed immediata riaccessibilità; comunque per prevenire la possibilità di accesso da parte di personale non autorizzato ai moduli di giunzione contenuti all'interno della muffola, tale sistema deve essere predisposto per l'eventuale impiego di lucchetti, o sigilli, di sicurezza.

Il tutto deve essere espressamente concepito per garantire la protezione meccanica ed ambientale dei giunti su cavi in fibra ottica per installazione sotterranea.

La base della muffola deve incorporare un imbocco per l'attestazione di un cavo continuo (giunto di estrazione) ed almeno 6 imbocchi circolari per l'attestazione di cavi da giuntare (giunto di linea, pot-head e di derivazione), realizzati chiusi da stampo ed apribili, mediante taglio, in fase di installazione.

La base deve inoltre essere dotata di un contatto passante per il collegamento di terra delle armature dei cavi, se necessario.

La chiusura ermetica fra base e coperchio deve essere garantita da un'opportuna guarnizione in materiale indeformabile. Tale guarnizione deve essere rimovibile, per prevenire, durante le fasi di installazione e riaccesso alla muffola, ogni contaminazione della stessa con grasso, gel, polvere, o altri materiali, che possano pregiudicare la perfetta richiusura stagna.

Il coperchio di chiusura deve essere corredato di valvola per la verifica della tenuta pneumatica.

L'asportazione del coperchio deve mettere a giorno, completamente ed immediatamente accessibili, tutti i cablaggi ottici, i moduli necessari alla gestione delle singole giunzioni, gli eventuali dispositivi di diramazione dei cablaggi e quant'altro debba risultare facilmente accessibile durante i normali interventi di manutenzione e riconfigurazione della rete.

All'interno della muffola deve essere predisposto un telaio che consenta di assemblare, in modo modulare e flessibile, i vari moduli di giunzione necessari alle diverse configurazioni.

Tale telaio deve essere realizzato in modo da poter contenere e proteggere la ricchezza di fibra continua nel caso di giunto di estrazione.

Le singole fibre all'interno della muffola devono poter essere gestite singolarmente senza interferire su eventuali circuiti già in esercizio; pertanto, l'accesso alle singole giunzioni allocate nei moduli deve avvenire senza la necessità di manipolare, o rimuovere, i cablaggi.

Ogni modulo deve contenere la giunzione delle fibre facenti parte del singolo circuito, o del singolo elemento (nastro, cava, o tubetto) e deve essere strutturato al suo interno in modo che la singola fibra, o nastro, sia protetta e guidata, al fine di garantire il costante rispetto del minimo raggio di curvatura, anche durante la manipolazione del modulo stesso.

Il modulo deve inoltre poter accettare eventuali sistemi di protezione delle giunzioni.

Devono essere previste opportune guide in grado di garantire il corretto instradamento dei nastri dagli imbocchi, sulla base della muffola, sino ai moduli di giunzione, nel rispetto del raggio di curvatura minimo consentito e di una semplice installazione.

Nel caso di cavi a singole fibre ottiche devono essere previsti opportuni accessori in grado di consentire la separazione (sfiocciamento) delle fibre appartenenti al singolo tubetto, al fine di garantirne il corretto instradamento ai rispettivi moduli di giunzione, nel rispetto del raggio di curvatura minimo consentito e di una semplice installazione.

Il modulo scanalato dei cavi, o l'elemento centrale in VTR, deve poter essere vincolato meccanicamente all'interno della muffola ed in grado di sopportare eventuali forze scaturite dal cavo stesso.

La muffola deve inoltre essere dotata di una presa stagna a 9 contatti con relativa spina accessibile dall'esterno, da utilizzare per la continuità dell'armatura dei cavi.

Tale presa deve comunque garantire la tenuta stagna della muffola anche durante le operazioni di misura della continuità dell'armatura dei cavi.

La muffola deve poter essere installata a temperature comprese fra  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.8.2.5.2. *Caratteristiche dei Materiali Plastici*

La base ed il coperchio della muffola devono essere realizzati in soli due pezzi, mediante stampaggio di opportuno materiale plastico.

Lo stampo della base deve incorporare anche gli imbrocchi cavi. Tali imbrocchi devono essere realizzati chiusi da stampo e devono poter essere apribili, mediante taglio, in fase di installazione.

Per la sigillatura stagna ed il bloccaggio dei cavi deve essere utilizzata una guaina termorestringente.

Devono essere dichiarati dal fornitore tutti i materiali impiegati e il tipo di processo produttivo adottato per la realizzazione del prodotto.

#### 2.8.2.5.3. *Caratteristiche dei Materiali Metallici*

L'utilizzo delle parti metalliche deve essere limitato al minimo indispensabile.

Eventuali parti metalliche devono essere comunque non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche, idonee a soddisfare le specifiche dalla presente Norma Tecnica.

#### 2.8.2.5.4. *Configurazione Base*

La configurazione base (muffola base) è costituita da:

- una base dotata di ingresso per cavo continuo e di almeno sei ingressi utilizzabili per l'ingresso / uscita dei singoli cavi da giuntare; deve essere installata una presa per la continuità delle armature dei cavi con relativa spina; inoltre, se necessario, deve essere dotata di un contatto passante per il collegamento di terra;
- un coperchio di chiusura, con incorporata una valvola per la verifica della tenuta alla pressione;
- una guarnizione di tenuta base / coperchio in materiale indeformabile;
- un collare di chiusura base / coperchio;

- un telaio interno per il supporto dei moduli di giunzione e dei cablaggi;
- un kit contenente le staffe ed i materiali necessari per il fissaggio in opera della muffola a muro, o a palo.

#### 2.8.2.5.5. *Muffola per Giunto di Linea e Giunto Pot-Head*

Tale configurazione deve consentire sia la giunzione di fibre ottiche fra due cavi di uguale, o diversa, potenzialità, sia eventuali derivazioni, sia, nel caso di giunto pot-head, la transizione da cavo per installazione esterna (guaina esterna in polietilene) a cavo per installazione interna ad edifici (guaina esterna LSZH).

La muffola è costituita da:

- muffola base;
- moduli necessari per l'alloggiamento della giunzione e della relativa ricchezza di fibra;
- n. 2 kit per l'attestazione e la sigillatura del cavo entrante / uscente;
- n. 1 kit contenente materiali ed accessori necessari al cablaggio.

#### 2.8.2.5.6. *Siglatura*

La siglatura deve consentire l'identificazione del lotto di fornitura di ogni singolo componente della muffola.

A tale scopo, all'esterno del coperchio devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- Logo tipo di Committente.;
- sigla del fornitore.

All'interno della muffola devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- numero del lotto, o numero di identificazione della serie di produzione (deve essere comunque riferito all'insieme di tutti i componenti del prodotto finito).

E' ammesso l'uso di etichette, purché inasportabili e stampate con inchiostro indelebile, o plastificate.

#### 2.8.2.5.7. *Accessori*

La muffola deve disporre degli opportuni accessori e materiali di consumo necessari per una corretta installazione.

#### 2.8.2.5.8. *Kit di Bloccaggio ed Attestazione del Cavo Continuo*

Il kit deve essere utilizzato, nei giunti di estrazione, per effettuare tutte le operazioni di preparazione delle due teste del cavo continuo (senza interruzione delle fibre non destinate all'estrazione), per eseguire il bloccaggio e la sigillatura dei cavi e per eseguire le eventuali operazioni di pettinatura dei nastri di fibra, in modo da concentrare le torsioni in una zona predefinita. Il kit è costituito da:

- materiali e accessori necessari al bloccaggio e alla sigillatura del cavo continuo;
- dispositivo necessario al bloccaggio del modulo scanalato, o del membro centrale di vetroresina, del cavo;
- confezioni con i materiali necessari per la preparazione delle due teste di cavo continuo, per lo sfiocciamento, la protezione delle fibre e per il cablaggio vario.

#### 2.8.2.5.9. *Kit di Bloccaggio e di Attestazione di un Cavo*

Il kit deve essere utilizzato, nel caso di giunti di linea, pot-head, o di derivazione, per effettuare tutte le operazioni di preparazione della testa di un cavo e per eseguire il bloccaggio del cavo e la sigillatura dello stesso alla base della muffola.

Il kit è costituito da:

- materiali e accessori necessari al bloccaggio e alla sigillatura del cavo;
- dispositivo necessario al bloccaggio del modulo scanalato, o del membro centrale di vetroresina, del cavo;
- confezione con i materiali necessari per la preparazione della testa del cavo, la protezione delle fibre e per il cablaggio vario.

#### 2.8.2.5.10. *Kit di Bloccaggio ed Attestazione di Uno o Più Cavi Utente*

Il kit deve essere utilizzato, nel caso di giunto di estrazione, per effettuare tutte le operazioni di preparazione delle teste di uno, o più, cavi lato utente e per eseguire il bloccaggio dei cavi e la sigillatura degli stessi alla base della muffola.

Il kit è costituito da:

- materiali e accessori necessari al bloccaggio e alla sigillatura dei cavi;
- dispositivo necessario al bloccaggio del modulo scanalato, o del membro centrale di vetroresina, dei cavi;
- confezioni con i materiali necessari per la preparazione della testa dei cavi, la protezione delle fibre e per il cablaggio vario.

#### 2.8.2.5.11. *Kit di Predisposizione del Secondo Cavo su Imbocco Circolare*

Il kit deve essere utilizzato, nel caso di giunto di estrazione, per effettuare la predisposizione su un unico imbocco circolare di un secondo cavo utente, da inserire in tempi successivi all'installazione del primo cavo, senza la necessità di aprire un ulteriore imbocco.

Il kit è costituito da:

- tubo in opportuno materiale termoplastico, chiuso ad una estremità mediante cappello termorestringente;
- opportuno dispositivo per la sigillatura della zona di transizione fra cavo e tubo;
- materiali e accessori necessari alla preparazione ed alla sigillatura del tubo.

#### 2.8.2.5.12. *Sistema di Supporto (Staffe di Ancoraggio)*

La muffola deve essere corredata di un adeguato sistema di supporto, che ne consenta il fissaggio nei luoghi dove è prevista l'installazione.

Tale sistema deve poter sopportare, oltre il peso della muffola, un eventuale sovrappeso accidentale di 1000 N.

Inoltre, per poter agevolare le operazioni di installazione ed eventuali manutenzioni in esercizio, il sistema di supporto deve garantire la possibilità di facile sganciamento della muffola, per consentire il cablaggio della stessa all'interno di furgoni attrezzati

#### 2.8.2.6. *Telai e Sub telai in tecnica N3*

I cavi ottici devono essere terminati, all'interno delle sale TLC e degli shelter, in adeguati telai e sub telai. I sub telai devono alloggiare connettori idonei al collegamento dei cavi ottici con gli apparati di trasmissione.

I materiali principali necessari alle terminazioni sono:

- telai e sub telai;
- connettori ottici, semibretelle e bussole.

Concetto base del sistema in oggetto deve essere la completa modularità, non solo applicata alla struttura principale (telaio), ma anche ai sotto insiemi (sub telai e moduli), al fine di consentire espansioni successive alla prima installazione con semplici operazioni di aggiunta di componenti e di giunzioni sul cavo in fibra ottica.

#### 2.8.2.6.1. *Caratteristiche Costruttive e Funzionali*

Di seguito vengono definite le caratteristiche tecnico / funzionali del telaio modulare per l'attestazione dei cavi con potenzialità fino a 400 fibre ottiche.

Le componenti principali di ciascun telaio modulare sono:

- telaio principale;
- strutture laterali;
- Sub Telaio dedicato alla Giunzione delle singole fibre;
- Sub Telaio dedicato alla Terminazione delle singole fibre;
- accessori per il vincolo in modo ordinato dei nastri a 4/8 fibre ottiche, delle fibre singole e delle bretelle monofibre, nel rispetto dei minimi raggi di curvatura consentiti.

Nel caso di telai di smistamento deve essere previsto l'impiego di un apposito Sub Telaio dedicato allo Smistamento delle fibre (STS).

#### 2.8.2.6.2. *Caratteristiche Costruttive*

Il telaio deve essere costituito dalle due componenti base di seguito descritte:

- telaio principale ETSI, 600x300x2200 mm;
- strutture laterali ETSI per alloggiamento di cavi e bretelle, 150x300x2200 mm.

Il telaio principale e le strutture laterali devono poter essere disponibili, qualora indicato dalla COMMITTENTE, anche con altezza 1700 mm.

Deve essere possibile assemblare i due elementi in maniera tale da realizzare le due seguenti configurazioni:

- attestazione max 200 f.o. : 600x300x2200 mm (solo telaio principale);
- attestazione max 400 f.o. : 900x300x2200 mm (telaio principale più due strutture laterali).

Altre configurazioni a maggiore capacità devono essere possibili senza vincoli particolari, abbinando telai principali e strutture laterali, come mostrato, anche attraverso figure, in un successivo sottoparagrafo.

Sul telaio principale devono poter essere inseriti gli STG e gli STT per costituire il telaio di terminazione e gli STS per costituire il telaio di smistamento.

#### 2.8.2.6.3. *Caratteristiche Funzionali*

Durante le operazioni di reintervento e riconfigurazione di rete, i telai modulari in oggetto devono permettere una gestione separata dei vari circuiti ottici, eliminando problemi di interferenza con eventuali circuiti già in esercizio.

In particolare, il telaio modulare di terminazione deve permettere la terminazione dei cavi destinati agli apparati, mentre quello di smistamento deve poter smistare il singolo circuito ottico, proveniente dagli apparati, verso i diversi circuiti destinati ai nodi ottici.

La completa modularità costruttiva, oltre che permettere ampliamenti successivi alla fase di installazione, con semplici operazioni di aggiunta moduli e con nuove giunzioni, deve anche consentire l'accesso alle singole giunzioni allocate nei moduli, senza la necessità di manipolare e rimuovere i cablaggi.

All'interno dei sub telai dovranno essere inseriti, i moduli dedicati alla giunzione.

#### 2.8.2.6.4. *Telaio Principale*

I cavi in ingresso al telaio principale di terminazione, con un minimo di 6, devono poter accedere sia dall'alto, che dal basso e devono essere terminati mediante opportuni accessori, quali una piastra di fissaggio nel caso di cavi a singola fibra, o una piastra di sfioccamento nel caso di cavi a nastri.

Nel telaio di smistamento le bretelle monofibra, provenienti dagli apparati, devono poter accedere dall'alto, o dal basso, nella parte sinistra della struttura e quelle uscenti dall'alto, o dal basso, nella parte destra.

Le singole fibre o i nastri dei cavi, provenienti dalla piastra di fissaggio, o uscenti dalla piastra di sfioccamento, devono essere opportunamente protetti ed inseriti nei sub telai di giunzione.

Le bretelle monofibra di collegamento agli apparati devono poter entrare indifferentemente dall'alto, o dal basso, del telaio.

Devono inoltre essere rispettati i seguenti requisiti:

- base, coperture e profili ETSI per installazione dei sub telai;
- fissaggio del sub telaio sul montante posteriore;
- offrire il massimo spazio di manovra all'ingresso delle fibre e alle bretelle al sub telaio;
- il telaio deve essere provvisto di tutti gli accessori necessari al montaggio;
- il telaio deve essere provvisto di supporti e guide per la corretta gestione dell'extra lunghezza delle bretelle monofibra di collegamento agli apparati;

- i pannelli laterali, posteriori e la porta frontale, ove prevista, devono poter essere asportabili;
- deve essere possibile effettuare permutate tra i vari sub telai di terminazione, con bretelle di lunghezza unica;
- il cablaggio delle fibre e delle bretelle deve essere effettuato con un controllo costante dei raggi di curvatura;
- i telai dovranno garantire la messa a terra di tutte le parti metalliche nel rispetto delle relative Norme.

#### 2.8.2.6.5. *Strutture Laterali*

Le strutture laterali devono permettere l'alloggiamento dei cavi e delle bretelle come di seguito descritto:

- la struttura laterale dedicata alle bretelle deve consentire l'alloggiamento sino a 400 bretelle, compresa l'extra lunghezza delle stesse e queste devono poter uscire indifferentemente dall'alto, o dal basso, della struttura;
- la struttura laterale dedicata ai cavi deve consentire l'alloggiamento di un minimo di 9 cavi (comprese eventuali piovre di sfioccamento e la messa a terra), con possibilità di ingresso degli stessi sia dal basso, che dall'alto.

La struttura laterale dedicata alle bretelle deve consentire, mediante opportune guide, la permuta tra i vari sub telai di terminazione con l'utilizzo di bretelle monofibra di collegamento agli apparati di lunghezza unica predefinita.

#### 2.8.2.6.6. *Sub telaio di Giunzione*

Il sub telaio di giunzione deve essere costituito da una parte metallica, conforme alle raccomandazioni ETSI 300 119-2 e deve essere provvisto di un sistema estraibile (cassetto) per consentire un facile accesso ai moduli di giunzione.

La parte frontale del sub telaio deve essere protetta con un pannello che consenta l'accesso ai moduli di giunzione. La chiusura di tale pannello deve poter essere indifferentemente a chiave, o mediante sistema di aggancio a molla, in base alle specifiche esigenze.

Nel caso di cavi a nastri, questi ultimi, devono poter essere giuntati nel sub telaio di giunzione con le semibretelle provenienti dai microfan-out del sub telaio di terminazione.

Le fibre provenienti dal cavo principale e dalle semibretelle del STT devono avere una sistemazione che non intralci il movimento di apertura e chiusura del sistema estraibile. Tale movimento non deve inoltre interessare le bretelle di collegamento agli apparati.

Il sub telaio di giunzione deve essere equipaggiato con elementi convogliatori, sia per le fibre ottiche provenienti dal cavo principale, sia per le semibretelle provenienti da STT. Le fibre, o i nastri, devono essere opportunamente protetti, all'interno del sub telaio da un sistema guida, tale anche da garantire il rispetto dei minimi raggi di curvatura e prevenire ogni possibile disservizio (stress delle fibre ottiche in servizio) causato da sollecitazioni meccaniche (trazioni, torsioni, strozzature della fibra, o bretella) durante le operazioni di reintervento.

Deve essere previsto il precablaggio in fabbrica del sistema di guida delle fibre provenienti dai cavi, allo scopo di facilitare le operazioni di cablaggio e minimizzare i tempi di installazione.

Devono essere disponibili le seguenti versioni di sub telaio di giunzione:

- cavo-bretelle nel caso di sola terminazione;
- cavo-cavo-bretelle nel caso di configurazioni con cavi di transito e terminazione.

Ogni giunzione deve essere contenuta e protetta all'interno degli appositi moduli di giunzione.

Ogni modulo deve contenere la giunzione delle fibre facenti parte del singolo circuito, o del singolo elemento (cava, o tubetto, del cavo) e deve essere strutturato al suo interno in modo che la singola fibra sia protetta e guidata, al fine di garantire il rispetto costante del minimo raggio di curvatura, anche durante la manipolazione del modulo stesso.

Il sub telaio di giunzione deve consentire, mediante opportuni elementi di ancoraggio, l'attestazione dei filati aramidici delle semibretelle uscenti, al fine di prevenire ogni possibile disservizio (stress delle fibre ottiche in servizio) causato da sollecitazioni meccaniche (trazioni, torsioni, strozzature della fibra, o bretella) durante le operazioni di reintervento.

Il modulo di giunzione deve poter alloggiare lunghezze di singole fibre, o nastri, tali da consentire il rifacimento minimo di 10 giunzioni.

Il modulo di giunzione deve inoltre potere accettare i più comuni sistemi di protezione delle giunzioni.

Nel caso di cavi a fibra singola, il sub telaio di giunzione deve permettere il contenimento e la protezione di giunti sino ad un massimo di 96 fibre ottiche. All'interno del sub telaio deve inoltre essere possibile la separazione (sfiocamento) delle singole fibre appartenenti ad una singola cava, o ad un singolo tubetto. Opportune guide devono garantire il corretto instradamento delle fibre stesse ai rispettivi moduli di giunzione, nel rispetto del raggio di curvatura minimo consentito.

Nel caso di cavi ottici a nastri (4/8 fibre), il sub telaio di giunzione deve permettere il contenimento e la protezione di giunti sino ad un massimo di 100 f.o. (25 giunzioni). All'interno del sub telaio devono inoltre essere previste opportune guide in grado di garantire il corretto instradamento dei nastri ai

rispettivi moduli di giunzione, nel rispetto del raggio di curvatura minimo consentito.

#### 2.8.2.6.7. *Sub telaio di Terminazione*

Il sub telaio di terminazione deve essere costituito da una parte metallica, conforme alle raccomandazioni ETSI 300 119-2 e deve essere provvisto di un sistema estraibile (cassetto) per consentire un facile accesso ai moduli di terminazione.

I moduli di terminazione devono essere realizzati in appositi vassoi incernierati alla parte posteriore del sub telaio di terminazione, in modo da garantire un agevole e sicuro accesso all'operatore. In nessun caso la terminazione della fibra ottica deve potersi presentare frontalmente all'operatore.

Un apposito accessorio deve consentire di mantenere sollevati e fissi i vassoi incernierati superiori durante le operazioni di intervento sui vassoi inferiori. Tale accessorio deve poter essere conservato e fissato all'interno del sub telaio.

La parte frontale del sub telaio deve essere protetta con un pannello che consenta l'accesso ai moduli di terminazione. La chiusura di tale pannello deve poter essere indifferentemente a chiave, o mediante sistema di aggancio a molla, in base alle specifiche esigenze.

Le semibretelle provenienti dal sub telaio di giunzione e le bretelle di collegamento agli apparati devono avere una sistemazione che non intralci il movimento di apertura e chiusura del sistema estraibile.

Il sub telaio di giunzione deve essere equipaggiato con elementi convogliatori sia per le semibretelle provenienti dal sub telaio di giunzione, sia per le bretelle di collegamento agli apparati, in modo da garantire il rispetto dei minimi raggi di curvatura e prevenire ogni possibile disservizio (stress delle fibre ottiche in servizio) causato da sollecitazioni meccaniche (trazioni, torsioni, strozzature della semibretella, o bretella) durante le operazioni di reintervento.

Il sub telaio di terminazione deve poter alloggiare terminazioni per una capacità massima di 72 connettori.

Nel caso dei cavi a nastro, il modulo di terminazione deve essere idoneo ad alloggiare i microfan-out e deve poter alloggiare, qualora necessario, eventuale componentistica ottica passiva.

Nel caso di cavi ottici a nastro il sub telaio di terminazione deve essere consegnato con i microfan-out ed i relativi connettori preinstallati.

Devono essere supportate tutte le più diffuse tipologie di connettori.

#### 2.8.2.6.8. *Prescrizioni Generali*

Per i materiali metallici costituenti i componenti, deve essere dichiarata e verificata la composizione mediante analisi chimica quantitativa.

Per tutti i tipi di materiale, in alternativa, può essere presentata dal fornitore una dichiarazione di conformità alle presenti Norme Tecniche redatta secondo UNI CEI EN 45014 e corredata da un rapporto di prova, secondo UNI CEI 70011, da un laboratorio di prova accreditato.

L'identificazione della natura chimica dei rivestimenti deve essere effettuata per microscopia ottica secondo UNI ISO 1463 (87), o in alternativa, per microscopia elettrica a scansione corredata di microanalisi a raggi X, secondo UNI ISO 9220.

**2.8.2.6.9. Caratteristiche dei Materiali Metallici**

Il materiale impiegato per la realizzazione della struttura principale e delle strutture laterali deve essere lamiera di acciaio opportunamente verniciata, o passivata.

Tutte le viti, i dadi e le rondelle costituenti il telaio modulare di terminazione, o di smistamento devono essere di acciaio AISI 304.

La struttura principale, le strutture laterali e i sub telai devono essere protetti con uno strato di wash-primer (fondo epossidico) di 8 µm di spessore, finito con una verniciatura di colore grigio RAL 7032, di spessore ≥ 50 µm.

Le staffe dritte e piegate, le staffe di ancoraggio della piovra di sfioccamento, il sistema dei sub telai di giunzione e di terminazione devono essere protetti con una zincatura elettrolitica FZn 7 III giallo iridescente; lo spessore dello strato di zinco deve essere ≥ 7 µm.

**2.8.2.6.10. Caratteristiche dei Materiali Plastici**

Il materiale impiegato per la realizzazione dei pacchetti di moduli di giunzione e dei moduli di terminazione deve essere di materiale termoplastico autoestingente di classe V0 e deve garantire le prestazioni richieste dal presente Capitolato.

**2.8.2.6.11. Potenzialità e Configurazioni Tipo**

Il telaio principale e le due strutture laterali devono poter essere assemblate per ottenere le seguenti configurazioni tipo:

**Configurazione 1 : max 200 F.O.**

TELAIO PRINCIPALE

600

**Configurazione 2 : max 400 F.O.**

Struttura laterale	TELAIO PRINCIPALE	Struttura laterale
--------------------	-------------------	--------------------

600

150

#### 2.8.2.6.12. *Siglatura*

Sulla struttura principale, all'esterno, deve essere applicata una targhetta (è ammessa anche una targhetta autoadesiva inasportabile), che riporti il logotipo del Committente.; mentre all'interno, in alto al centro, deve essere applicata una targhetta (è ammessa anche una targhetta autoadesiva inasportabile) riportante le seguenti informazioni:

- sigla del fornitore;
- mese e anno di costruzione (sono ammesse le ultime due cifre);
- numero progressivo (indipendente dall'anno di fornitura).

#### 2.8.2.6.13. *Accessori*

I telai modulari di terminazione e smistamento devono poter essere equipaggiati con accessori tali da garantire la massima affidabilità, flessibilità e sicurezza.

Devono essere disponibili i seguenti accessori:

- sistemi di sfiocamento ed ancoraggio dei cavi a nastro a 4 /8 fibre ottiche;
- modulo di dispersione per consentire l'utilizzo di bretelle monofibra di collegamento agli apparati di lunghezze predefinite;
- supporti e guide per la corretta gestione dell'extra lunghezza delle bretelle monofibra di collegamento agli apparati, per il routing delle bretelle monofibra e per il fissaggio dei cavi ottici;
- piastra di ancoraggio dei cavi in fibra ottica entranti;
- porte per l'elemento telaio principale, con possibilità di chiusura con chiave;
- pannelli di chiusura degli spazi non utilizzati dai sub telai;
- piedini regolabili, per un corretto posizionamento del telaio.

#### 2.8.2.6.14. *Connettori Ottici, Semibretelle e Bussole*

L'attestazione del cavo decadale si esegue mediante giunzione a fusione delle fibre del medesimo con semibretelle di 3 metri di lunghezza, ottenute dividendo bretelle di lunghezza doppia, attestate ad entrambe le estremità con connettori tipo SC PC, predisposte in fabbrica.

Il cordone in fibra ottica SM-R previsto per la realizzazione delle attestazioni nei sub telai è costituito da un cavetto monofibra  $\phi$  2,2 mm. con rinforzo in

kevlar, della lunghezza di circa 6 m, attestato alle due estremità con connettori SC con ferula in zirconia stabilizzata e bussola con sleeve in zirconia.

Il connettore per fibre ottiche monomodali deve essere caratterizzato da elevata ripetitività di inserzioni ed estrazioni (> 1000), bassa perdita di inserzione e di riflessione, elevata affidabilità e facile utilizzazione.

La fibra interna al cavetto dovrà essere di tipo identico a quella utilizzata per la formazione del cavo.

Le specifiche ottiche minime del cordone connettorizzato devono essere le seguenti:

perdita di inserzione (insertion loss) :  $\leq 0,5$  dB

perdita di ritorno (return loss) :  $\geq 40$  dB

Ogni cordone dovrà essere identificato da un numero univoco dal quale sia possibile risalire al preciso processo di produzione utilizzato per la fabbricazione e dovrà essere accompagnato da apposita certificazione delle caratteristiche, che riporti i valori esatti della perdita di inserzione, della perdita di ritorno e la data di fabbricazione del singolo cordone.

Il fornitore deve avere Sistema di Qualità certificato ISO 9000.

#### **2.8.2.7. Cassetto ottico**

Il cassetto ottico deve essere predisposto per l'installazione a rack 19". Deve ospitare fino a 24 connessioni in fibra ottica e deve consentire una facile gestione delle bretelle. Deve prevedere gli ingressi cavo sul retro e laterali, gli ingressi laterali per i pigtail e la protezione anteriore per le connessioni frontali. Deve essere predisposto per il montaggio delle schede di giunzione per l'alloggiamento e la protezione dei giunti e prevedere un vassoio estraibile, dal lato anteriore, per un facile accesso alle fibre e alle giunzioni stesse.

L'elemento centrale in VTR dei cavi, deve poter essere ancorato al cassetto in maniera salda, utilizzando opportuni sistemi di fissaggio in grado di sopportare eventuali forze scaturite dal cavo stesso.

Le singole fibre all'interno del cassetto di terminazione devono poter essere gestite senza interferire su eventuali circuiti in esercizio; pertanto, l'accesso alle singole giunzioni allocate nei moduli deve avvenire senza la necessità di manipolare, o rimuovere i cablaggi.

Il cassetto deve ospitare bussole SC/SC simplex o duplex.

#### **2.8.2.8. Modulo di Giunzione**

Il modulo di giunzione deve essere realizzato in modo tale da contenere e proteggere:

- la ricchezza delle fibre ottiche;
- le giunzioni fra le fibre ottiche;
- le fibre ottiche continue

Quanto sopra deve essere consentito indifferentemente su cavi ottici a fibra singola e deve poter essere previsto in ogni componente il sistema, ovvero all'interno dei sub telai di giunzione, delle muffole e dei box di terminazione utente.

Il modulo di giunzione deve essere studiato ed implementato anche per poter alloggiare, ove necessario, microfan-out e dispositivi ottici passivi.

#### 2.8.2.8.1. *Caratteristiche Costruttive e Funzionali*

Il modulo di giunzione deve poter essere montato con un sistema a cerniera su apposite piastre predisposte all'interno dei componenti il sistema.

I moduli devono poter essere montati singolarmente, o in gruppi preassemblati di più moduli (pacchetto), consentendo in ogni caso la rimozione del singolo modulo dalle piastre.

Il sistema a cerniera deve far ruotare il modulo in modo tale da consentire un facile accesso ai giunti ed alla ricchezza delle fibre ottiche conservate all'interno del modulo.

Il modulo deve poter alloggiare una ricchezza di fibra di almeno 3 metri, in modo tale da consentire un'agevole operatività in fase di giunzione ed il rifacimento di almeno 10 giunzioni.

Il raggio minimo di curvatura delle fibre ottiche deve essere di 30 mm.

Nel caso di cavi ottici a fibra singola, il modulo deve poter consentire la gestione del singolo circuito, o qualora necessario, del singolo elemento (cava o tubetto).

I moduli devono poter alloggiare qualsiasi tipo di giunto, sia esso a fusione, o meccanico.

I moduli devono poter essere montati e rimossi dalle piastre di supporto a temperature comprese fra  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.8.2.8.2. *Caratteristiche dei Materiali*

Il modulo di giunzione deve essere ottenuto per stampaggio di opportuno materiale termoplastico autoestinguente di classe V0.

#### **2.8.2.8.3. *Potenzialità e Configurazioni Tipo***

In ogni modulo di giunzione deve essere possibile alloggiare almeno 2 giunzioni per cavi a fibra ottica singola, o a nastri di 4 fibre. Per il cavo a nastri di 8 fibre deve essere possibile alloggiare una giunzione per ogni modulo.

#### **2.8.2.8.4. *Siglatura***

Deve essere possibile identificare il lotto di produzione mediante opportuna siglatura del modulo di giunzione.

#### **2.8.2.8.5. *Accessori***

Per l'installazione dei moduli di giunzione devono essere disponibili i necessari accessori.

#### **2.8.2.9. *Bretelle ottiche***

##### **2.8.2.9.1. *Bretelle SM-R***

Le bretelle devono essere costituite da: spina SC-PC, manicotto SC/SC e cavetto monofibra con fibra SM-R.

La spina deve essere composta da:

- ferula cilindrica in zirconia
- corpo interno in PBT caricato vetro
- molle in acciaio
- anelli metallici di arresto e crimpaggio
- corpo esterno in PBT caricato vetro
- tubetto in PE o Elastomero o LSZH
- cappuccio plastico di protezione.

Il manicotto deve essere composto da:

- semiguscio esterno in PBT caricato vetro
- molla di ancoraggio in PBT caricato vetro

- bussola cilindrica in zirconia
- molla esterna di bloccaggio in acciaio
- cappuccio plastico di protezione.

Le caratteristiche costruttive del cavetto monofibra devono essere:

- diametro del campo modale a 1310 nm:  $9.4 \pm 0.3 \mu\text{m}$
- diametro del mantello:  $125 \pm 1 \mu\text{m}$
- non circolarità del campo modale:  $\leq 3\%$
- non circolarità del mantello:  $\geq 1\%$
- errore di concentricità:  $\leq 0.5 \mu\text{m}$
- rivestimento primario in doppio acrilato:  $\text{Ø } 245 \pm 7 \mu\text{m}$
- rivestimento secondario aderente:  $\text{Ø } 850 \pm 50 \mu\text{m}$
- rinforzo di filati aramidici con 6 capi da 1320 decitex
- guaina LSZH azzurro RAL 5015:
- diametro esterno  $\text{Ø } 2.0 \pm 0.1 \text{ mm}$
- stampigliatura esterna:
- Costruttore – anno/settimana – CAVO OTTICO SMR/KM1

Le caratteristiche ottiche e meccaniche del cavetto monofibra **con fibra SM-R** devono essere:

- attenuazione massima a 1310 nm a 20 °C  $0.41 \text{ dB/km}$
- attenuazione massima a 1550 nm a 20 °C  $0.25 \text{ dB/km}$
- lunghezza d'onda di taglio  $\leq 1240 \text{ nm}$
- dispersione cromatica tra 1285 e 1330 nm  $\leq 3.4 \text{ ps/nm*km}$
- dispersione cromatica a 1550 nm  $\leq 20 \text{ ps/nm*km}$
- incremento di attenuazione per curvatura a 1550 nm  $\leq 0.2 \text{ dB}$
- allungamento del cavetto con un carico di 10 kg  $\leq 0.2\%$
- raggio minimo di curvatura
  - temporaneo  $20 \text{ mm}$

- permanente 40 mm.

Le caratteristiche ottiche e meccaniche del cavetto monofibra **con fibra MM** devono essere:

- attenuazione massima a 850 nm  $\leq 3.2$  dB/km
- attenuazione massima a 1300 nm  $\leq 0.9$  dB/km
- larghezza di banda a 850 nm  $\geq 200$  MHz/km
- larghezza di banda a 1300 nm  $\geq 600$  MHz/km
- tensione di tiro (cavetto monofibra) 500 N
- tensione di tiro (cavetto bifibra) 1000 N
- raggio minimo di curvatura
  - temporaneo/permanente 25m

#### 2.8.2.10. Cavi in rame per Energia

I cavi in rame per energia da fornire in opera dovranno essere del tipo:

- Cavo unipolare in rame, costituito da corda flessibile N07V-K, isolato in PVC, del tipo non propagante l'incendio, atossico, grado di isolamento 3, secondo le direttive CEI 20-35; 20-22 II; 20-37 I; fornito ed infilato entro tubazioni a vista od incassate o in canalette, compresi i morsetti per giunzioni di tipo approvato dal D.L., i ponti di servizio fino a 4 m d'altezza dal piano d'appoggio, nonchè ogni altro onere e magistero per dare i cavi perfettamente funzionanti.
- Cavo unipolare con conduttore di rame ricotto stagnato, isolato in gomma EPR, ad alto modulo G7, sottoguaina in PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, flessibile (FG7R 0,6/1 kV, fornito e infilato entro tubazioni o su passerelle, comprese le morsettiere di tipo idoneo approvato dal D.L. per le giunzioni, i ponti di servizio fino a 4 m d'altezza dal piano d'appoggio ed ogni altro onere e magistero per dare i cavi perfettamente funzionanti.
- Cavo multipolare con conduttore di rame ricotto stagnato, isolato in gomma EPR, ad alto modulo G7, sottoguaina in PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, flessibile (FG7OR 0,6/1 kV, fornito e infilato entro tubazioni o su passerelle, comprese le morsettiere di tipo idoneo approvato dal D.L. per le giunzioni, i ponti di servizio fino a 4 m d'altezza dal

piano d'appoggio ed ogni altro onere e magistero per dare i cavi perfettamente funzionanti.

### **2.8.2.11. Cavi di Alimentazione**

Per la connessione dell'alimentazione all'apparato di trasmissione, dovrà essere utilizzato un cavo di alimentazione schermato 2x1,5 mmq con le seguenti caratteristiche:

- conduttore in corda flessibile di rame ricotto stagnato con barriera ignifuga,
- isolante elastomerico di qualità G10
- schermatura in rame stagnato con copertura superiore al 70%,
- guaina termoplastica di qualità M1

Il cavo dovrà essere conforme alle normative CEI 20-22 III, CEI 20-35, CEI 20-36, CEI 20-37 e CEI 20-38.

La stampigliatura nell'isolante dovrà riportare le normative di riferimento, la tipologia del cavo, la sezione e il produttore.

### **2.8.2.12. Cavi di Messa a Terra**

All'interno dei locali TLC, per la messa a terra di subrack e rack, dovrà essere utilizzato un cavo mono conduttore del tipo N07G9-K con le seguenti caratteristiche:

- conduttore in corda flessibile di rame rosso stagnato,
- isolante elastometrico di qualità G9 di colore giallo/verde.

Sezione nominale mmq	Diametro conduttore mm	Spessore medio isolante mm	Diametro esterno massimo mm	Peso indicativo del cavo Kg/km	Resistenza max. a 20°C in c.c. Ohm/km	Raggio minimo di curvatura mm
6	3	0.8	6.3	66	3.39	25
16	5.2	1	8.8	172	1.24	35
25	6.3	1.2	11	260	0.795	45

Il cavo dovrà essere conforme alle normative CEI 20-22 II, CEI 20-35, CEI 20-37 e CEI 20-38.

La stampigliatura nell'isolante dovrà riportare le normative di riferimento, la tipologia del cavo, la sezione e il produttore.

### 2.8.3. Modalità di realizzazione delle opere ottiche

#### 2.8.3.1. *Posa dei Cavi in Fibra Ottica*

I cavi a fibre ottiche sono forniti su bobine ed il carico e lo scarico dovranno avvenire con modalità e attrezzature idonee. Le operazioni di posa saranno condotte in modo da evitare al cavo brusche piegature, ammaccature, abrasioni, ecc.; dovranno essere rispettati tassativamente i raggi minimi di curvatura consentiti. La posa del cavo può essere realizzata sia a mano sia con mezzi meccanici (argani, carucole, ecc.) e si avrà cura di non superare mai il massimo tiro in testa sopportabile da quel tipo di cavo. Nelle varie tratte, l'eventuale surplus di cavo rispetto alle pezzature previste, deve essere disperso nei pozzetti presenti, in base alle indicazioni della Committente.

##### 2.8.3.1.1. *Posa in Tubazioni (Tubi in PEHD o Tubo Metallico).*

All'interno di ciascun tubo deve essere posato un solo cavo. Nella posa tradizionale con argani, è necessario precedere il tiro del cavo con alcune operazioni preliminari: preparazione del tubo destinato alla posa del cavo, apertura di tutti i pozzetti interessati dalla posa, predisposizione della fune di tiro, posizionamento della bobina, predisposizione di eventuali dispositivi per consentire il tiro del cavo, ecc.

Il tubo destinato alla posa del cavo deve essere preventivamente accorciato fino alla misura di 10cm circa, all'interno dei pozzetti. La posa può essere eseguita con l'ausilio dell'argano a motore; in ogni caso il tiro applicato non deve mai superare i limiti ammessi dalle specifiche del costruttore del cavo. Il cavo dovrà essere tirato utilizzando una fune da applicare alla testa del cavo, tramite giunto antitorsione. A tale proposito, al giunto deve essere collegato il rivestimento in filati di kevlar, che rappresenta appunto l'elemento di tiro, previa asportazione della guaina esterna. Le operazioni di posa possono essere condotte sia applicando argani intermedi, che opportunamente posizionati lungo il tracciato collaborano con l'argano principale nel tiro del cavo, sia posizionando la bobina al centro della tratta, effettuando il tiro in una direzione e completando poi l'operazione nell'altra direzione, dopo aver svolto la bobina nel caratteristico "otto".

Per facilitare lo scorrimento del cavo, devono essere usati idonei lubrificanti da applicare sia sulla superficie del cavo, sia all'interno del tubo utilizzato. Conclusa la posa del cavo, eliminato il giunto antitorsione, verificata la completa assenza di umidità all'interno del cavo, la testa deve essere richiusa con un cappello termorestringente, mentre il cavo stesso deve essere fissato all'estremità del tubo tramite un tappo spaccato.

##### 2.8.3.1.2. *Posa su Passerelle Metalliche nei Cunicoli Esistenti.*

Questa tipologia di posa sarà utilizzata nei cunicoli posti sotto le piste in prossimità delle stazioni e all'interno di shelter o centrali TLC. Nel caso sia già

presente un supporto continuo, ad es. passatoie, passerelle metalliche, ecc., il cavo può essere sistemato su tale supporto senza la necessità di installare la canaletta. Nelle salite deve essere legato ai ferri delle passatoie o dei telai con apposite fascette plastiche. Il cavo deve comunque essere protetto con tubo spaccato.

#### 2.8.3.1.3. *Posa nei Pozzetti.*

Dopo le operazioni di tiro, il cavo deve essere bloccato all'interno del tubo nei pozzetti, utilizzando un tappo spaccato.

Se il pozzetto è passante, il cavo dovrà essere sistemato 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 dal costruttore.

I cavi non devono essere protetti all'interno del pozzetto.

Su ogni cavo dovrà essere inserita la targhetta di identificazione.

Nel caso sia stato previsto un giunto all'interno del pozzetto, dovrà essere lasciata una ricchezza di cavo adeguata (15 metri per parte), da sistemare sul fondo del pozzetto in maniera tale da poter poi essere estratta senza imporre torsioni al cavo, e di poter consentire la sistemazione della muffola in posizione orizzontale rispetto al manufatto. In ogni caso, la testa del cavo non giuntato o attestato, deve essere protetta da cappellotto termorestringente.

Nei pozzetti in prossimità degli shelter, all'ingresso delle centrali TLC, all'inizio e/o alla fine di gallerie e viadotti, pur non essendo presente il giunto, sarà allocata una idonea scorta di cavo (almeno 15 mt.), per eventuali necessità realizzative.

#### 2.8.3.1.4. *Posa all'Interno degli shelter, delle Centrali TLC e delle cabine elettriche*

In centrale (e comunque nei luoghi a maggior rischio di incendio) il cavo deve essere con guaina LSZH, non propagante la fiamma ed a bassa emissione di fumi e gas tossici.

Il collegamento tra il cavo da esterno ed il cavo da interno deve essere effettuato tramite giunto pot-head. In caso di brevi percorsi nei locali di centrale e nel caso di terminazione in shelter e comunque secondo le indicazioni di progetto o impartite dalla Committente, può essere evitato il giunto, mantenendo il cavo esterno, ed eventualmente proteggendolo con materassini antifiamma installati sul cavo stesso una volta in opera.

Nel caso di terminazione in centrale o in shelter già operante, subito all'esterno di questi sarà affiancato a quello esistente il pozzetto della nuova condotta, che allocherà il giunto (non necessario nel caso di shelter). Verrà poi praticato un foro nelle asole affacciate dei due pozzetti, all'interno del quale verrà posto un

tubo, attraverso il quale il cavo, tramite le condotte esistenti, si porterà alla terminazione.

I percorsi dei cavi nei locali di centrale vengono normalmente determinati dalle infrastrutture esistenti. La posa dei cavi, utilizzando tali infrastrutture, dovrà essere condotta attenendosi alle seguenti indicazioni:

- Il cavo a fibre ottiche deve essere trattato alla stessa stregua degli altri cavi e devono essere quindi osservate le prescrizioni previste per questi.
- Il cavo a fibre ottiche può transitare nei cunicoli, nei canali cavi, sulle passatoie, nei cestelli insieme agli altri cavi, ma deve essere protetto da tubo spaccato.
- Il cavo nelle salite deve essere legato ai ferri delle passatoie o dei telai con apposite fascette plastiche.
- Nell'impossibilità sia di utilizzare strutture esistenti, sia di posarne di nuove, il cavo può essere fissato a parete con dei morsetti, posizionati ad interasse di 2 metri.
- Nei pianali della sala trasmissioni fino alla struttura di terminazione, il cavo deve essere legato con apposite fascette di materiale plastico.
- Il percorso all'interno delle centrali deve essere il più breve possibile e presentare il minor numero di curvature.

In tutto il percorso dei cavi all'interno della centrale devono essere applicate le targhette di identificazione secondo le seguenti modalità:

- Cunicoli praticabili: sulle canalette o sui tubi in acciaio agli estremi e nei punti significativi (curve, ecc.) e ogni 20m sul cavo.
- Fossa cavi: sul cavo alle estremità ed ogni 8m circa.
- Ascesa dei cavi e montanti: sul cavo ogni piano a circa 2m dal pavimento.
- Cestelli o passatoie: sul cavo ogni 8m circa e nei punti più significativi.

## **2.8.3.2. Giunzione dei Cavi in Fibra Ottica**

### **2.8.3.2.1. Realizzazione dei Giunti di Linea/derivazione**

Si possono classificare i seguenti tipi di giunti:

#### Giunti di linea/derivazione

Il giunto di linea/derivazione permette la giunzione diritta di due o più pezzature di cavo e viene normalmente ubicato all'interno dei pozzetti.

Questo giunto può in alcuni casi essere evitato; per esempio, quando il telaio di terminazione è a pochi metri dalla “salita cavi” proteggendo eventualmente il cavo di linea con appositi materassini antifiama.

Questi giunti possono essere ubicati all'interno delle sale TLC o nei pozzetti antistanti al fabbricato o allo shelter dove il cavo dovrà essere terminato.

#### Modalità di esecuzione del giunto di linea/derivazione e del giunto pot-head

Il collegamento di una o più pezzature di cavo in fibra ottica è realizzato mediante la realizzazione di un giunto di linea o di un giunto pot-head a seconda dei casi.

Il giunto è realizzato per mezzo di una muffola. Possono essere inseriti in impianto solo muffole e relativi accessori (piovre, tubetti, ecc.) indicati nel presente Capitolato e comunque espressamente approvati dalla Committente.

Poiché la giunzione, ove possibile, dovrà essere effettuata su automezzo, occorre predisporre una adeguata scorta di cavo (circa 15 m per ciascuna testa dei cavi afferenti al giunto), da sistemare poi all'interno del pozzetto in maniera adeguata.

#### Attestazione dei cavi sulle muffole

I cavi devono essere predisposti per essere attestati alla muffola, asportando le varie guaine di protezione del cavo e proteggendo le fibre singole con tubetti e piovre. In generale, le attività da seguire sono:

- Preparazione dei cavi. Tale operazione deve avvenire con appositi attrezzi; le lunghezze dei disarmi dipendono dal tipo di muffola utilizzata.
- Collegamento del conduttore in rame (giallo-verde) sulla guaina metallica dei cavi, per futuro collegamento di equipotenzialità. Il collegamento del conduttore di rame sulla guaina del cavo armato deve avvenire tramite saldatura e fascetta metallica, che successivamente deve essere protetta.
- Le fibre vengono tolte dal nucleo scanalato o dal tubetto e di seguito pulite. La rimozione del tamponante deve avvenire esclusivamente per azione meccanica, in due distinte fasi:
- Pulizia di sgrosso: deve essere utilizzato esclusivamente cotone idrofilo vergine
- Pulizia finale delle singole fibre: devono essere utilizzati esclusivamente fazzolettini nuovi, di tessuto non tessuto (filato in poliestere).
- Non è consentito far uso di alcun tipo di solvente o detergente per rimuovere il tamponante.

- Preparazione tramite taglio a misura (secondo il tipo di muffola) di guaine, nucleo scanalato e supporto dielettrico in FRP.
- Attestazione delle teste di cavo predisposte nella muffola e sistemazione in essa delle fibre ottiche. Le teste dei cavi opportunamente sagomate devono essere alloggiare sulla base della muffola utilizzando esclusivamente gli accessori descritti nella specifica tecnica di installazione fornita dal costruttore; normalmente per i cavi scanalati vengono utilizzate delle piovre, che hanno il compito di separare le fibre provenienti dalle cave e consentire la terminazione degli eventuali tubetti di protezione lato muffola. Ciascuna fibra all'interno della muffola sarà individuata da un nastrino numerato.
- Sistemazione delle fibre ottiche nei moduli di giunzione. Le fibre ottiche devono essere sistemate all'interno del modulo, rispettando i raggi minimi di curvatura delle stesse. Nei moduli di giunzione deve essere lasciata una ricchezza di fibra di 1.20-1.50m per lato di cavo, per futuri possibili interventi.

#### 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 tutte le operazioni necessarie: allineamento, prefusione e fusione delle fibre. La zona di giunzione viene protetta mediante un tubetto capillare, nel quale viene iniettata una resina, che successivamente sarà polimerizzata mediante applicazione di raggi U.V. emessi da apposita lampada, oppure tubetto termorestringente. Le fasi di realizzazione della giunzione sono le seguenti:

- Individuazione delle fibre da giuntare (le fibre sono identificate da uno specifico colore, secondo un codice caratteristico per ogni tipo di cavo).
- Rimozione del rivestimento primario e pulizia delle fibre.
- Preparazione, mediante taglio e pulizia, delle teste.
- Giunzione mediante giuntatrice.
- Sistemazione del tubetto di protezione.
- Inserimento della extra lunghezza nel modulo di giunzione. Non si debbono legare le fibre, né utilizzare nastro adesivo.

Tra le guaine metalliche dei cavi dovrà essere realizzato il collegamento equipotenziale, utilizzando la presa di continuità della muffola. Dopo l'inserimento al suo interno di confezioni di Silicalgel, la muffola verrà chiusa e ne sarà verificata la tenuta pneumatica, immettendovi in modo continuo elio alla pressione di 700hPa: la prova ha esito positivo se tramite rilevatore viene misurata una fuoriuscita di gas inferiore a 100ppm.

Si procederà infine al fissaggio della muffola nella parete lunga del pozzetto in posizione orizzontale mediante le apposite staffe di sostegno. In questo caso la scorta di cavo va appoggiata sul fondo del pozzetto, disposta lungo il perimetro. Ogni cavo afferente alla muffola deve essere identificato tramite apposita targhetta.

### **2.8.3.3. *Terminazione dei cavi in fibra ottica***

Si realizza ogniqualvolta è necessario prevedere il collegamento futuro agli apparati o come sezionamento del cavo.

#### **2.8.3.3.1. *Terminazione dei Cavi in Fibra Ottica in Telaio N3***

I cavi in ingresso accedono al telaio sul lato sinistro dello stesso. Dapprima deve essere eseguito lo sguainamento del cavo a fibre ottiche e deve essere effettuata una accurata pulizia dei tubetti nudi, contenenti le fibre, dal gel tamponante.

Successivamente i tubetti devono essere fissati sul sub-telaio di giunzione, in corrispondenza del quale il tubetto deve essere rimosso, per ottenere le fibre nude.

Di seguito le fibre nude dovranno essere disposte nei moduli di giunzione insieme alle semi-bretelle provenienti dal sub-telaio di terminazione (2 fibre e 2 sembretelle per ogni per modulo di giunzione), dove dovrà essere realizzata una giunzione a fusione fra ogni fibra e la corrispondente semi-bretella.

Ogni semi-bretella dovrà poi essere attestata sul vassoio di terminazione completo di manicotti.

Per una descrizione più approfondita delle modalità realizzative si rimanda ai manuali di installazione forniti a corredo dei telai N3.

### **2.8.3.4. *Posa dei cavi in rame per energia***

Le operazioni di posa saranno condotte in modo da evitare al cavo brusche piegature, ammaccature, abrasioni, ecc.; dovranno essere rispettati tassativamente i raggi minimi di curvatura consentiti. Nella posa del cavo non dovrà mai essere superato il massimo tiro in testa sopportabile da quel tipo di cavo.

### **2.8.3.5. *Precollaudo***

Al termine dei lavori l'Impresa è tenuta ad effettuare il precollaudo dell'impianto.

Le misure di precollaudo devono essere eseguite secondo le modalità indicate nel presente Capitolato.

Tutte le verifiche e le misure devono essere eseguite dall'Impresa sul 100% degli elementi presenti nella sezione da collaudare.

#### 2.8.3.5.1. *Scopo*

Lo scopo del precollaudo è quello di verificare la corretta installazione degli impianti, l'esercibilità degli stessi, il loro corretto inserimento nella rete preesistente, nonché la loro rispondenza agli standard nazionali e alle specifiche contenute nel presente Capitolato, attraverso la definizione e l'esecuzione di misure e controlli.

Per gli impianti già in esercizio da sottoporre a precollaudo, devono essere applicate le presenti disposizioni esclusivamente sulle parti non interessate dal servizio, salvo diversa indicazione della Committente.

#### 2.8.3.5.2. *Precollaudo per Cavi di Energia*

Le misure per la verifica dei parametri elettrici dell'impianto in cavo da eseguire in fase di collaudo devono essere le seguenti:

- resistenza di isolamento;
- continuità elettrica dei conduttori;
- sfilabilità e colorazione.

#### 2.8.3.5.3. *Precollaudo per Cavi a Fibre Ottiche*

Le misure per la verifica dei parametri elettro/ottici dell'impianto in cavo da eseguire in fase di precollaudo devono essere le seguenti:

- attenuazione totale di sezione;
- attenuazione delle giunzioni;
- lunghezze ottiche;
- misura della perdita di inserzione delle terminazioni;
- diagramma della potenza retrodiffusa;
- verifica della continuità della guaina metallica;
- misura della resistenza di isolamento della guaina metallica verso terra;
- prove di tenuta pneumatica delle muffole.

#### 2.8.3.5.4. *Misure e Prove*

2.8.3.5.4.1. *Misura di “attenuazione totale di sezione”*

Deve essere verificato che l'attenuazione totale di sezione, rilevata con la tecnica di inserzione, non sia maggiore dell'attenuazione calcolata secondo i limiti stabiliti nel presente Capitolato.

La misura deve essere eseguita utilizzando una coppia per la misura di attenuazione Tx ed Rx, effettuando un azzeramento iniziale.

L'attenuazione massima ammessa deve essere calcolata con la seguente relazione:

$$A_{\max} = [(\beta \times L) + (n \times Ag) + (n1 \times Agl) + (nc \times Ac)] \text{ (dB)}$$

in cui:

**$\beta$ :** è l'attenuazione specifica della fibra, espressa in dB/Km, riferita alla lunghezza d'onda di caratterizzazione dell'impianto (1550 nm).

**L:** è la lunghezza ottica della sezione espressa km;

**n :** è il numero delle giunzioni rilevabili singolarmente presenti nella sezione;

**n1:** è il numero delle giunzioni presenti nella sezione non rilevabili singolarmente al riflettometro (ad esempio il giunto della bretella di terminazione o il giunto pot-head);

**Ag:** è il valore di attenuazione nominale relativo ad ogni giunzione in funzione del tipo di fibre concorrenti nel giunto;

**Ag1:** è il valore di attenuazione nominale relativo ad ogni giunzione non rilevabile singolarmente al riflettometro, in funzione del tipo di fibre concorrenti nel giunto;

**nc:** è il numero di connessioni meccaniche presenti nella sezione che, in un collegamento punto-punto, risulta essere pari a 2;

**Ac:** è l'attenuazione nominale introdotta per ogni connessione ed è funzione del tipo di connettore.

2.8.3.5.4.2. *Misura dell'attenuazione delle giunzioni di linea*

La misura deve essere eseguita con la tecnica della retrodiffusione bidirezionale utilizzando il metodo di approssimazione per minimi quadrati (LSA).

La valutazione dell'attenuazione introdotta dal giunto dovrà essere ricavata dalla semisomma algebrica dei valori misurati nei due sensi di trasmissione.

Per i limiti di accettazione si rimanda ai riferimenti normativi successivi.

2.8.3.5.4.3. *Misura delle lunghezze ottiche*

La misura, effettuata con la tecnica di retrodiffusione, deve essere eseguita sull'intera sezione, verificando i valori rilevati in sede di misure di precollauda.

I valori dell'indice di rifrazione da impostare sono riportati nei riferimenti normativi successivi.

2.8.3.5.4.4. *Misura della perdita di inserzione delle terminazioni*

Deve essere verificato, con la tecnica della retrodiffusione e predisponendo due bobine di lunghezza almeno pari a 500 m per il prolungamento della fibra in esame, che le riflessioni relative ai connettori non si elevino sopra il livello di retrodiffusione oltre il limite. Il rispetto di tale limite garantisce che la riflessione osservata sia caratterizzata da una attenuazione di riflessione maggiore a 40 dB. Allo scopo deve essere utilizzato un impulso di durata non superiore a 300 ns.

2.8.3.5.4.5. *Diagramma della potenza retrodiffusa*

Deve essere verificato, per tutte le pezzature esaminate, che l'attenuazione della fibra sia uniformemente distribuita; nell'eventualità in cui si rilevino punti di attenuazione concentrata maggiore od uguale a 0,1 dB, che non siano stati oggetto di opportuna comunicazione alla Committente da parte dell'Impresa, ed a fronte dei quali non siano stati concordati, fra la Committente e l'Impresa, gli opportuni provvedimenti, se ne deve prendere nota sul verbale di collaudo registrando accuratamente l'entità e la posizione dell'anomalia riscontrata al fine di verificare se gli stessi risultano già esistenti nelle misure di collaudo eseguite in fabbrica sulle pezzature all'atto della costruzione del cavo; in caso contrario l'esito del collaudo dovrà ritenersi negativo.

Al fine di consentire una corretta valutazione, la rappresentazione grafica della potenza retrodiffusa deve essere relativa a tratte non superiori di 10 Km.

2.8.3.5.4.6. *Verifica della continuità della guaina metallica*

Nei casi in cui il cavo sia dotato di guaina metallica, se ne deve verificare la continuità elettrica mediante tester o multimetro.

2.8.3.5.4.7. *Misura della resistenza di isolamento della guaina metallica verso terra*

Deve essere misurata la resistenza di isolamento verso terra della guaina metallica delle singole tratte del cavo di nuova posa costituenti l'impianto (direttrice e diramazioni). La misura deve essere eseguita applicando una tensione continua di 500V e dopo cinque minuti di elettrizzazione i valori di resistenza misurati non devono essere inferiori a 5 Mohm/Km; in alternativa si può effettuare una sola misura dell'intero impianto (direttrice più diramazioni) purchè il valore assoluto di isolamento misurato sia maggiore di 5 MOhm; per sezioni inferiori ad un chilometro deve essere comunque verificata una resistenza non inferiore a 5 MOhm.

2.8.3.5.4.8. *Prove di tenuta pneumatica delle muffole*

La prova deve essere eseguita immettendo nelle muffole di linea gas elio alla sovrappressione di 700 hPa verificando, dopo aver atteso un tempo sufficiente per far disperdere la quantità di gas elio liberatasi nell'ambiente nella fase di immissione, l'eventuale presenza di perdite.

Deve essere a tal fine considerata non regolare la rilevazione di una perdita di almeno 100 p.p.m. rilevata con uno strumento con sensibilità almeno pari a 50 p.p.m.

2.8.3.6. *Riferimenti Normativi*

2.8.3.6.1. *Caratteristiche Trasmissive delle Fibre*

Con riferimento ai Capitolati Tecnici dei cavi in fibra ottica, si riportano di seguito le caratteristiche trasmissive delle fibre ottiche.

Lunghezza d'onda	Attenuazione specifica
	SM-R
1550 nm	0,22 dB/km

*Tabella 1 Caratteristiche Trasmissive delle Fibre*

2.8.3.6.2. *Attenuazione di Inserzione delle Connessioni Meccaniche*

Si riportano di seguito i limiti di accettazione relativi alla perdita di inserzione del connettore utilizzato:

Tipo di connettore	Attenuazione
SC PC	<= 0,5 dB

*Tabella 2 Attenuazione di Inserzione delle Connessioni Meccaniche*

2.8.3.6.3. *Attenuazione delle Giunzioni di Linea*

La perdita nominale introdotta dalle giunzioni di linea da utilizzare per il calcolo dell'attenuazione totale di sezione, è la seguente:

Tipo giunzione	Ag
SM-R/SM-R	0,1 dB
MM/MM	0,7 dB

*Tabella 3 Attenuazione delle Giunzioni di Linea*

La perdita nominale da attribuire a quelle giunzioni non rilevabili singolarmente con il riflettometro e per le quali è necessario effettuare una valutazione

comprensiva anche di altre giunzioni (un caso tipico si individua nella terminazione in centrale), è riportata nella tabella sottostante:

Tipo giunzione	Agl
SM-R/SM-R	0,1 dB
MM/MM	0,7 dB

*Tabella 4 Attenuazione delle Giunzioni di Linea non rilevabili singolarmente*

Resta inteso che tali giunzioni non devono essere comprese nel computo della maschera di accettazione delle giunzioni stesse.

Di seguito sono riportate le maschere di accettazione delle attenuazioni delle giunzioni di linea a cui devono soddisfare le misure ottico/elettriche:

#### **GIUNZIONI TIPO SM-R / SM-R**

il 70 % delle giunzioni devono introdurre un'attenuazione inferiore od uguale a 0,1 dB;

il 20 % delle giunzioni possono introdurre un'attenuazione maggiore di 0,1 dB ed inferiore od uguale a 0,15 dB;

il restante 10 % delle giunzioni possono introdurre un'attenuazione maggiore di 0,15 dB ed inferiore od uguale a 0,20 dB.

Non deve essere considerato conforme alla presente Norma di collaudo l'impianto in cui tutte le giunzioni di un'unica fibra, nell'ipotesi in cui questa ne presenti più di due, introducano un'attenuazione non contenuta nella fascia di cui ai punti precedenti.

Nel caso di un numero di giunti inferiore o uguale a due e nelle reti di distribuzione il valore massimo di accettazione della giunzione di linea o terminale è pari a 0,2 dB.

#### **2.8.3.6.4. Indice di Rifrazione**

Di seguito sono riportati i valori dell'indice di rifrazione che, in funzione della lunghezza d'onda, devono essere impostati per una corretta esecuzione delle misure riflettometriche.

Tipo di fibra	1550 nm
SM-R	1,4675

*Tabella 2.8.3.6—2 Indice di Rifrazione*

#### **2.8.3.6.5. Documentazione**

##### **Generalità**

La richiesta di collaudo ottico/elettrico dovrà essere effettuata utilizzando l'apposito modello (Mod. 1).

Tutti i modelli devono riportare, nella casella "foglio", sia il numero progressivo del foglio, sia il numero totale dei fogli costituenti la documentazione di precollaudato.

L'insieme così predisposto, corredato della copertina allegata (Mod. 2), costituisce la documentazione di precollaudato che dovrà essere riprodotta in tre copie ed inviata a cura dell'Impresa alla Committente.

Per la registrazione dell'esito delle misure di precollaudato, sono stati predisposti i seguenti modelli:

- Mod. 3: Misure di attenuazione totale di sezione.
- Misure della lunghezza ottica.
- Misure di return loss delle terminazioni.
- Mod. 4: Misura di attenuazione delle giunzioni.
- Mod. 5: Tenuta pneumatica delle muffole e Misure elettriche sui cavi ottici.

Oltre ai precedenti, in allegato è riportato il Modello 7, relativo all'Impianto di messa a terra.

**2.8.3.6.5.1.** *Mod. 3: Misure di Attenuazione Totale di Sezione, Misure della Lunghezza Ottica e Misure di Return Loss delle Terminazioni*

Su questo modello, dopo aver indicato gli estremi e le caratteristiche dell'impianto, devono essere riportati, per tutte le fibre ottiche sottoposte a misura, i valori rilevati.

Su ogni modello devono essere apposte le firme dei Collaudatori Impresa, la data del precollaudato, la numerazione del foglio di precollaudato riportante il numero progressivo dei fogli compilati.

**2.8.3.6.5.2.** *Mod. 4: Misure di Attenuazione delle Giunzioni*

Questo modello deve seguire la stessa metodologia di compilazione del Modello 3.

**2.8.3.6.5.3.** *Mod. 5: Tenuta Pneumatica delle Muffole di Linea e Misure Elettriche su Cavi*

Dopo aver indicato gli estremi e le caratteristiche dell'impianto, è richiesto di barrare la casella corrispondente all'esito verificato relativamente alla "Tenuta pneumatica delle muffole" ed alla misura di "Continuità della guaina metallica", mentre per l'isolamento della guaina stessa devono essere riportati i valori rilevati.

Su ogni modello devono essere apposte le firme dei Collaudatori Impresa, la data del precollaudo, la numerazione del foglio di precollaudo riportante il numero progressivo dei fogli compilati.

#### **2.8.3.6.5.4. Mod. 7 - Impianto di Messa a Terra**

Questo modello deve essere compilato in ogni sua parte, avendo cura di rappresentare lo schema di impianto e la relativa struttura, in quanto elementi essenziali per l'esercizio dell'impianto di protezione. Si precisa, comunque, che al collaudatore spetta la verifica dell'impianto e del valore della resistenza del dispersore nonché la verifica del contenuto del modello 7 e la compilazione della parte "verifiche".

#### **2.8.3.7. Distribuzione della Documentazione**

La documentazione deve essere redatta in triplice copia e distribuita come di seguito specificato:

- n. 2 copie alla Committente;
- n. 1 copia all'Impresa

#### **2.8.3.8. Collaudo**

##### **2.8.3.8.1. Modalità Operative**

Prima dell'effettuazione del collaudo, l'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla Committente la documentazione di seguito elencata:

- lo schema fisico degli impianti;
- lo schema logico degli impianti;
- lo schema dell'equipaggiamento di tutti gli apparati;
- lo schema dei cablaggi e l'elenco delle utenze;
- layout della sala TLC con indicazione degli apparati e degli accessori;
- la documentazione tecnica dei dispositivi, dei materiali e degli accessori forniti in opera;
- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati;
- la scheda attestante i risultati delle misure e delle ispezioni visive eseguite nel precollaudo di ogni sito;
- le misure di precollaudo.

I termini di esecuzione del collaudo saranno concordati fra il Collaudatore, all'uopo nominato dalla Committente e l'Impresa appaltatrice.

In caso di collaudo con esito non favorevole, l'eliminazione delle anomalie riscontrate dovrà essere effettuata entro i limiti stabiliti dal Collaudatore. Inoltre, a seguito di formale segnalazione da parte del Collaudatore medesimo, la Committente non darà luogo alla liquidazione dei lavori, fino al successivo invio dello stesso verbale di collaudo comprovante l'avvenuta rimozione delle irregolarità precedentemente riscontrate e quindi l'esito positivo.

#### **2.8.3.8.2.     *Adepiimenti dell'Impresa Appaltatrice***

Per tutta la durata del collaudo, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a garantire la presenza di personale responsabile in grado di prendere provvedimenti a seguito di eventuali rilievi mossi dal Collaudatore; la mancanza di tale requisito precluderà l'avvio delle operazioni di collaudo.

L'Impresa appaltatrice sarà inoltre tenuta a fornire a sue spese: mezzi, personale, attrezzi e strumentazione necessari per tutto il tempo di esecuzione del collaudo.

Gli oneri relativi all'impiego, da parte della Committente, di personale e mezzi per l'esecuzione di un collaudo risultato negativo, saranno a carico dell'Impresa appaltatrice.

L'Impresa è responsabile degli eventuali inconvenienti che dovessero verificarsi sull'impianto prima del collaudo, e dovrà provvedere alla regolarizzazione degli impianti stessi a sua cura e spese entro i termini previsti per l'esecuzione del collaudo medesimo.

#### **2.8.3.8.3.     *Determinazione del Campione da sottoporre a Collaudo***

Gli apparati, i circuiti ed i moduli da sottoporre al collaudo saranno definiti sulla base delle misure di precollaudo.

Il campione da sottoporre a collaudo non dovrà comunque essere inferiore al 30% del totale degli apparati e dei circuiti di nuova fornitura e al 40% dei moduli di adeguamento previsti.

#### **2.8.3.8.4.     *Criteri di Accettazione e di Rifiuto del Collaudo***

L'esito del collaudo si definirà positivo quando tutte le misure e le ispezioni visive eseguite risulteranno conformi al precollaudo e alle specifiche tecniche richieste.

La formalizzazione dell'esito positivo del collaudo avverrà mediante la firma e la consegna del verbale di collaudo(mod 6).

L'esito del collaudo si definirà negativo quando almeno una delle misure e/o delle ispezioni visive previste darà esito negativo.

Tale evenienza dovrà essere notificata per iscritto dal Collaudatore all'Impresa appaltatrice e, successivamente, dovranno essere concordati i termini per la regolarizzazione delle anomalie riscontrate e fissata la data del nuovo collaudo.

Il nuovo campione da sottoporre al collaudo dovrà essere quantitativamente equivalente a quello precedentemente scelto.

Infine, nel caso in cui i valori rilevati in sede di collaudo, pur rientrando nei limiti di accettazione, si discostassero da quelli delle misure di precollaudo ben oltre la tolleranza strumentale dichiarata dalla casa costruttrice degli strumenti, determinando così una perdita di affidabilità delle misure di precollaudo stesse, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a rieseguire a sue spese le misure di precollaudo.

In tale caso il collaudo dovrà essere sospeso fino alla presentazione delle nuove misure di precollaudo.

#### 2.8.3.8.5. *Documentazione*

##### Generalità

Tutti i modelli devono riportare, nella casella "foglio", sia il numero progressivo del foglio, sia il numero totale dei fogli costituenti la documentazione di precollaudo.

L'insieme così predisposto, corredato della copertina allegata (Mod. 2), costituisce la documentazione di collaudo che dovrà essere riprodotta in tre copie ed inviata a cura dell'Impresa alla Committente.

Per la registrazione dell'esito delle misure di precollaudo, sono stati predisposti i seguenti modelli:

- Mod. 3: Misure di attenuazione totale di sezione.
- Misure della lunghezza ottica.
- Misure di return loss delle terminazioni.
- Mod. 4: Misura di attenuazione delle giunzioni.
- Mod. 5: Tenuta pneumatica delle muffole e Misure elettriche sui cavi ottici.
- Mod 6: Verbale di collaudo

Oltre ai precedenti, in allegato è riportato il Modello 7, relativo all'Impianto di messa a terra.

#### 2.8.3.8.5.1. *Mod. 3: Misure di Attenuazione Totale di Sezione, Misure della Lunghezza Ottica e Misure di Return Loss delle Terminazioni*

Su questo modello, dopo aver indicato gli estremi e le caratteristiche dell'impianto, devono essere riportati, per tutte le fibre ottiche sottoposte a misura, i valori rilevati.

Su ogni modello devono essere apposte le firme dei Collaudatori (Impresa e Committente), la data del collaudo, la numerazione del foglio di collaudo riportante il numero progressivo dei fogli compilati.

2.8.3.8.5.2. *Mod. 4: Misure di Attenuazione delle Giunzioni*

Questo modello deve seguire la stessa metodologia di compilazione del Modello 3.

2.8.3.8.5.3. *Mod. 5: Tenuta Pneumatica delle Muffole di Linea e Misure Elettriche su Cavi*

Dopo aver indicato gli estremi e le caratteristiche dell'impianto, è richiesto di barrare la casella corrispondente all'esito verificato relativamente alla "Tenuta pneumatica delle muffole" ed alla misura di "Continuità della guaina metallica", mentre per l'isolamento della guaina stessa devono essere riportati i valori rilevati.

Su ogni modello devono essere apposte le firme dei Collaudatori (Impresa e Committente), la data del collaudo, la numerazione del foglio di collaudo riportante il numero progressivo dei fogli compilati.

2.8.3.8.5.4. *Mod. 6: Verbale di collaudo*

In questo modello devono essere riportate le indicazioni relative all'esito del collaudo, specificando le eventuali irregolarità rilevate sui parametri descritti.

Esso, vistato dal Collaudatore, deve essere utilizzato per il benestare al pagamento dei lavori.

2.8.3.8.5.5. *Mod. 7 - Impianto di Messa a Terra*

Questo modello deve essere compilato in ogni sua parte, avendo cura di rappresentare lo schema di impianto e la relativa struttura, in quanto elementi essenziali per l'esercizio dell'impianto di protezione. Si precisa, comunque, che al collaudatore spetta la verifica dell'impianto e del valore della resistenza del dispersore nonché la verifica del contenuto del modello 7 e la compilazione della parte "verifiche".

2.8.3.8.6. *Distribuzione della Documentazione*

La documentazione deve essere redatta in triplice copia e distribuita come di seguito specificato:

- n. 1 copia alla Committente;
- n. 1 copia al Collaudatore;

- n. 1 copia all'Impresa.

#### 2.8.4. Shelter

Lo shelter parallelepipedo costituisce il ricovero degli apparati dei sistemi di telecomunicazione, quando non sia possibile un'allocatione in apposti locali in edificio in muratura.

La configurazione architettonica e le dimensioni esterne ed interne dello shelter risultano indicativamente dai disegni allegati.

Parte integrante del presente Progetto è anche lo schema del quadro elettrico dello shelter, che comprende gli interruttori automatici magnetotermici differenziali installati a protezione delle linee di alimentazione delle varie apparecchiature interne e dei vari circuiti di comando e regolazione.

##### 2.8.4.1. *Materiali e Componenti*

I materiali impiegati nella costruzione dello shelter dovranno essere i seguenti:

- Struttura con pannelli autoportanti, realizzata con profilati di lamiera di acciaio zincata a caldo tipo DX 51D-Z 200 EN 10142;
- Tamponatura interna pareti e tetto: lamiere di acciaio zincato preverniciato DX 51D-Z 200 M.P3 EN 10142 sp. 8/10 mm;
- Tamponatura esterna pareti e tetto: lamiere di acciaio inox AISI 304, sp. 8/10 mm;
- Tamponatura interna pavimento: lamiera di acciaio zincata a caldo tipo DX 51D-Z 200 EN 10142 sp. 20/10 mm con multistrato marino sp. 15 mm e rivestimento superiore in PVC antistatico permanente e antiscivolo, spessore 2 mm, con resistenza al fuoco classe 1;
- Tamponatura esterna pavimento: lamiera di acciaio inox AISI 304, sp. 8/10 mm;
- Coibentazione dei pannelli: espanso poliuretano (resistenza al fuoco classe B2) stampato a caldo per iniezione sotto pressa, in modo tale da ottenere un'elevata densità ( $40\text{kg/m}^3$ ), buone caratteristiche meccaniche e bassa conducibilità termica. Spessore minimo: 70 mm per pannelli parete e tetto, 100 mm per pannello pavimento;
- Aperture a pavimento provviste di adeguata piastra di chiusura da forare in opera, per ingresso cavi alimentazione, messa a terra, flussi ed allarmi;

- Impianto elettrico e di condizionamento: conforme alla ISO 9001 dei costruttori dei singoli componenti;
- Predisposizione per montaggio di n. 1 condizionatore tipo Split.

#### 2.8.4.2. *Verifica e Prove*

Il costruttore dovrà fornire un Piano Qualità dello shelter per essere sottoposto all'approvazione del Cliente, che consenta la verifica della qualità del prodotto nelle varie condizioni di avanzamento dei lavori.

Le prove finali sullo shelter finito (per le parti meccaniche ed elettriche) dovranno essere effettuate secondo un programma prove prestabilito (check list di collaudo).

#### 2.8.4.3. *Dimensioni e pesi*

Lo shelter dovrà avere le seguenti dimensioni:

Dimensioni esterne

- Larghezza ..... 2.500 ± 10 mm.
- Lunghezza ..... 3.500 ± 10 mm.
- Altezza ..... 2.800 ± 10 mm.
- Dimensioni interne utili minime
- Larghezza ..... 2.325 ± 10 mm.
- Lunghezza ..... 3.325 ± 10 mm.
- Altezza ..... 2.615 ± 10 mm.

Peso shelter: 1.800 Kg circa, compreso Q.E. – CDZ – Accessori interni, escluso S.E.I. e apparecchiature TLC

#### 2.8.4.4. *Verniciatura*

La colorazione esterna dello shelter dovrà essere di colore RAL 6011.

La colorazione interna dello shelter dovrà essere di colore RAL 9002.

Dovranno essere utilizzate lamiere preverniciate in continuo con processo di verniciatura garantito almeno 10 anni dal produttore.

I processi di verniciatura da parte del costruttore dello shelter dovranno essere:

- documentati (ciclo di verniciatura),
- controllati (spessori est. > 60µm, aderenza > 3A ASTM D3359-90, durata, ecc.),
- garantiti almeno 24 mesi.

#### **2.8.4.5. *Legislazione tecnica di riferimento***

- DM LL.PP. 09/01/96 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale o precompresso e per le strutture in acciaio.
- DM LL.PP. 16/01/96 Norme tecniche per criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- DM 16/01/96 norme tecniche per costruzioni in zone a rischio sismico.
- Circ. n° 156 del 04/07/96 Istruzioni per l'applicazione del DM su carichi e sovraccarichi.
- Circ. n° 252 del 15/10/96 Istruzioni per l'applicazione del DM 09/01/96 sulle costruzioni in c.a. e acciaio.
- Circ. n° 65 del 10/04/97 Istruzioni per l'applicazione del DM 16/01/96 sulle costruzioni in zone a rischio sismico.
- Legge n°64 del 02/02/74 provvedimenti per le costruzioni in zone a rischio sismico.
- DPR 547/55 norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- DPR 164/56 norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni e successivi DPR ad integrazione.
- D. L.gs 626/94 sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e modifiche apportate dal D. L.gs 242/96.
- D. L.gs 494/96 sicurezza dei lavoratori nei cantieri edili 1.6.2.

#### **2.8.4.6. *Struttura portante***

La struttura portante dovrà essere in acciaio, idonea per il sollevamento e il trasporto dello shelter assemblato completo di tutti gli impianti senza gli apparati TLC.

Dovrà essere dimensionata per resistere alle sollecitazioni sismiche previste per zone di 1<sup>a</sup> categoria con grado di sismicità  $S = 12$  e sopportare un carico uniformemente distribuito di  $1000 \text{ daN/m}^2$ ; in tali condizioni di carico, la struttura del pavimento dovrà avere un'inflexione massima inferiore ad  $1/400$  della dimensione minima del pavimento.

Tenendo conto di tali valori, gli shelter potranno essere installati su tutto il territorio nazionale; sarà cura del costruttore dimensionare adeguatamente lo shelter standard per coprire il più ampio range di località di installazione possibili.

Le pareti perimetrali dello shelter dovranno avere un'adeguata resistenza alla pressione del vento (p. min. standard  $160 \text{ daN/m}^2$ ) adottando un idoneo coefficiente di forma.

La struttura del tetto dello shelter dovrà essere dimensionata per sopportare un adeguato carico dovuto a presenza di neve o carichi accidentali variabili (carico  $250 \text{ daN/m}^2$ ).

#### **2.8.4.7. Isolamento termico**

L'isolamento termico dovrà essere realizzato utilizzando espanso poliuretano stampato a caldo per iniezione, formando in tal modo pannelli/pareti monolitici di tipo sandwich con uno strato di isolamento omogeneo e uniforme, evitando, per quanto possibile la presenza di ponti termici.

Il coefficiente di trasmissione termica globale medio dello shelter dovrà essere inferiore a  $K=0,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

Il poliuretano usato per l'isolamento dovrà avere una resistenza al fuoco minima della classe B2. La densità dell'espanso poliuretano sarà  $D = 40 \text{ Kg/mc}$ .

#### **2.8.4.8. Pannelli laterali**

Le pareti laterali dovranno essere realizzate in pannelli monolitici formati da lamiera esterne in acciaio inox sp. 8/10 mm e lamiera interne in acciaio zincato preverniciato sp. 8/10 mm, con uno strato interno di espanso poliuretano autoestinguente iniettato a caldo sotto pressa con una densità di  $40 \text{ Kg/mc}$ ; l'intero spessore del pannello tipo sandwich così formato avrà uno spessore minimo di 71,6 mm. All'interno delle pareti laterali saranno previsti dei rinforzi idonei per l'ancoraggio delle apparecchiature TLC.

#### **2.8.4.9. Pavimento**

L'intelaiatura della base consente di posizionare lo shelter sui quattro angolari inferiori utilizzando dei piedini di supporto. Sono previsti 4 blocchi angolari in acciaio zincato.

Il pavimento sarà costituito da profilati perimetrali e trasversi intermedi in acciaio zincato a caldo, tamponati esternamente con lamiere di acciaio inox AISI 304 e internamente con lamiere in acciaio zincato a caldo di 20/10mm di spessore, coibentato con espanso poliuretano autoestinguente, iniettato a caldo sotto pressa, densità  $D = 40 \text{ Kg/mc}$ .

Il pavimento sarà ricoperto internamente con multistrato marino sp. 15 mm e strato di PVC antistatico e antiscivolo, resistenza al fuoco classe 1.

#### **2.8.4.10. Tetto**

Il tetto dovrà sopportare il carico neve e operazioni di manutenzione, e permetterà il sollevamento dello shelter tramite quattro golfari, disposti negli angolari superiori.

La tipologia costruttiva del tetto è uguale a quella delle pareti laterali.

Il tetto dovrà avere una lamiera di copertura supplementare in acciaio inox AISI 304 sp. 8/10 mm con bordatura perimetrale sulle pareti, come protezione agli agenti atmosferici.

#### **2.8.4.11. Porta**

La porta dovrà essere composta di una struttura profilata in acciaio zincato, fissata direttamente alla pannellatura dello shelter mediante due cerniere in acciaio inox AISI 304.

La tipologia costruttiva della porta è la stessa delle pareti laterali con uno spessore minimo di 70 mm.

L'intelaiatura della porta dovrà essere dotata di una doppia guarnizione di tenuta in neoprene anti-invecchiamento e autoestinguente, atta ad evitare l'ingresso di acqua e/o polvere.

La porta dovrà essere provvista esternamente di una maniglia di chiusura con chiave a cifratura unica (da concordare il tipo e il numero di copie) e internamente di un maniglione antipánico con aggancio in tre punti.

Altri accessori montati sulla porta dovranno essere i seguenti:

- ferma porta 180° (tipo maschio - femmina);

- tettuccio sopra la porta, dim. circa mm 600x1100 incorporato nella struttura;
- perni di sicurezza in acciaio inossidabile tra l'intelaiatura e la porta, dalla parte delle cerniere;
- treccia in rame con un rivestimento in PVC termo restringente per garantire la continuità elettrica con la struttura dello shelter.

La porta dovrà avere una luce libera minima utile di 900 x 2000 mm (Largh. x Alt.)

#### **2.8.4.12. *Grado di protezione***

La struttura meccanica dello shelter completamente assemblata dovrà avere un grado di protezione minimo IP 23.

Il grado di protezione dello shelter con esclusione del condizionatore dovrà essere almeno IP 44 con gli ingressi cavi adeguatamente sigillati.

La verifica del grado di protezione dello shelter sarà effettuata secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 60529-92.

#### **2.8.4.13. *ingresso cavi a pavimento***

Sul pavimento dello shelter dovranno essere realizzate le aperture per l'ingresso cavi, munite di appositi canotti in acciaio inox per la protezione dei cavi.

#### **2.8.4.14. *impianto elettrico***

L'impianto elettrico è composto da:

- N. 1 quadro elettrico in doppio isolamento (vedi schema allegato);
- N. 1 plafoniera 2x58 W - IP 40 con tubo di emergenza autonomia 1h;
- N. 4 prese 2x16 A (2 bipasso + 2 shuco) protette e sezionate;
- N. 1 interruttore per l'accensione della plafoniera;
- N. 1 commutatore manuale tensione di rete / gruppo elettrogeno;
- N. 1 barra di rame 25x5 equipotenziale posta su tre lati dello shelter;
- N. 1 canalina in PVC con coperchio dim. mm 120x60;

- Tubazioni in PVC e linee di alimentazione e segnalazione;
- Il quadro elettrico è conforme in tutte le sue parti alle vigenti norme CEI e UNI.
- Ciascun componente elettrico è conforme alle prescrizioni di sicurezza della norma che lo riguarda, adatto per il luogo in cui viene installato e corredato di marchio “IMQ” o altro marchio riconosciuto in ambito CEE.
- Il quadro è realizzato in lamiera e corredato di portella di chiusura incernierata.
- Il grado di protezione del quadro elettrico non sarà inferiore a IP 44.
- I conduttori sono in rame isolato del tipo non propagante l’incendio, provati in accordo alle Norme CEI 20 - 22II.

A corredo del quadro sono fornite le seguenti targhe, poste in modo da essere visibili e leggibili quando il quadro è installato, recanti le seguenti informazioni:

- norme e marchio di fabbrica del costruttore
- tipo e numero di identificazione del quadro
- copia dello schema elettrico
- adesivi monitori di pericolo
- certificato di collaudo secondo CEI 17-13.

L’impianto elettrico per il collegamento delle apparecchiature in campo dal quadro sarà eseguito con tubazione in PVC.

Tutte le opere elettriche sono eseguite in modo da risultare rispondenti alle vigenti leggi in materia antinfortunistica (DPR 547), alla Legge 5 Marzo 1990 n°46 e al relativo regolamento di attuazione (norme per la sicurezza degli impianti).

Internamente allo shelter, in posizione perimetrale, tranne che sulla parete di fondo dove è alloggiato lo split, sarà posta una passerella portacavi in acciaio zincato di larghezza 300 mm, ad un’altezza di circa 2350 mm dal pavimento. Sulla suddetta passerella sarà fissata n° 1 canalina in PVC con coperchio dim. mm 60x60, a servizio delle bretelle ottiche.

#### **2.8.4.15. Allarmi**

L'impianto di segnalazione e sicurezza prevede la predisposizione dei seguenti allarmi in morsettiera:

- allarme porta aperta,
- allarme max temperatura interna (43°) con partenza girofaro,
- allarme compressore,
- allarme ventilatore,
- allarme filtri sporchi.

#### **2.8.4.16. *Impianto di condizionamento***

Fornitura e installazione di n. 1 condizionatore tipo a Zaino o tipo SPLIT ad espansione diretta con unità evaporante interna e unità condensante esterna complete di carica di gas refrigerante, potenza resa 6 kW con condizioni interne di 24 gradi centigradi al bulbo secco e 40 gradi centigradi esterni.

Unità interna evaporante

Pannelli autoportanti in lamiera, verniciati con polveri epossidiche, rivestiti con materiale fonoassorbente e termoisolante resistente all'abrasione e autoestinguento.

Filtro in materiale autoestinguento con efficienza EU2, provvisto di telaio metallico rigido.

Ventilatore centrifugo in acciaio galvanizzato a doppia aspirazione con girante a pale avanti calettata direttamente sull'asse del motore.

Sensore del flusso d'aria per attivare lo stato di allarme con portata d'aria insufficiente.

Batteria di raffreddamento ad ampia superficie frontale costruita con tubi di rame meccanicamente espansi su alette di alluminio, provvista di vaschetta in acciaio inossidabile.

Controllo a microprocessore completo di sensori: temperatura ambiente, temperatura esterna e temperatura dell'aria di mandata.

Quadro elettrico alloggiato in un vano separato dal flusso dell'aria, conforme alle normative 73/23/CEE e con:

- trasformatore ausiliario a 24 V;
- interruttore-sezionatore generale;

- protezioni magnetotermiche;
- teleruttori di comando.
- Circuito frigorifero comprendente:
- filtro e spia di flusso;
- valvola termostatica d'espansione;
- rubinetti di intercettazione IN/OUT refrigerante.

#### Unità esterna moto condensante

Cofanatura di contenimento per garantire la resistenza alla corrosione in ambiente esterno, la struttura e la pannellatura sono realizzate interamente in lamiera zincata e verniciata (verniciatura conforme alla norma ASTM B 17).

La chiusura della cofanatura garantisce un grado di protezione IP44.

Compressore ermetico scroll ad alta efficienza energetica e basso livello sonoro con protezione termica incorporata.

Pressostato di alta e bassa pressione

Motoventilatore di tipo assiale, bilanciato staticamente e dinamicamente, con pale in materiale non ossidabile e con motore a rotore esterno adatto alla regolazione di velocità, montato su griglia metallica di supporto conforme alle normative di sicurezza.

Regolazione continua della velocità del ventilatore del condensatore.

Quadro elettrico alloggiato in un vano separato dal flusso dell'aria, conforme alle normative 73/23/CEE e con:

- interruttore-sezionatore generale;
- protezioni magnetotermiche;
- teleruttori di comando.

#### **2.8.4.17. Principali caratteristiche tecniche**

- Alimentazione monofase a 230V/1Ph/50Hz oppure trifase a 400V/3Ph+N/50Hz.
- Potenza frigorifera minima 4,5 kW.
- Resistenza elettrica di 1,5 kW.

- Gestione tramite microprocessore.

#### 2.8.4.18. *Impianto di ventilazione*

Fornitura e installazione di n. 1 ventilatore estraattore, posto sulla parete di fondo in alto a dx, avente le seguenti principali caratteristiche:

- alimentazione 230V – 50Hz,
- portata d'aria 2500 mc/h,
- serranda esterna di sovrappressione,
- gestione tramite termostato ambiente; quando la temperatura interna dello shelter supera i 35°C si deve attivare il ventilatore e deve essere dato l'allarme di sovratemperatura con partenza girofaro,
- griglia ingresso aria, posizionata sulla parte superiore della porta dello shelter con adeguati filtri antipolvere, alette esterne parapiovvia in alluminio.

#### 2.8.4.19. *Accessori*

Piedini di supporto Shelter

- Dovrà essere fornito un kit comprendente quattro (4) piedini di supporto in acciaio zincato a caldo a norme ISO 1461.
- I piedini verranno montati in corrispondenza degli angolari inferiori dello shelter per l'installazione su idonee fondazioni.
- Le parti superiori dei piedini sono applicate e fissate all'esterno degli angolari dello shelter.
- La parte inferiore dei supporti reca una piastra opportunamente dimensionata che poggerà sulle fondazioni e sarà fissata alle medesime.
- La piastra sarà posizionata con i fori di 14 mm di diametro rivolti verso il perimetro esterno dello shelter e sarà fissata alle fondazioni con appositi ancoraggi in acciaio zincati a caldo.
- L'altezza standard dei piedini sarà di 300 mm con possibilità di regolazione +/- 50 mm.

Gradino di ingresso

- Sarà in acciaio zincato a caldo a norme ISO 1461 con piano antiscivolo a griglia.
- Fissaggio al terreno con tasselli a espansione zincati a caldo.
- L'altezza dei gradini sarà in relazione a quella specificata per i piedini di supporto dello shelter.
- Tale scaletta dovrà essere resa equipotenziale alla struttura dello shelter.

#### Tavolino pieghevole e tasca porta documenti

- Un tavolino pieghevole, dimensioni cm 60x40, sarà posizionato e montato sulla parete posteriore. Sotto il tavolino vi sarà una tasca porta documenti.

#### Kit Pronto Soccorso

- Una cassetta di pronto soccorso omologata sarà disponibile all'interno dello shelter, fissata alla parete di fondo e asportabile, se necessario.
- Le istruzioni scritte per il pronto soccorso saranno chiare e conformi alla normativa per la sicurezza.

#### Impianto antincendio

- Sarà composto da un rilevatore di fumo a soffitto e da un estintore a polvere da 6 kg.

#### **2.8.4.20. Cartelli di sicurezza**

Dovranno essere fornite le seguenti targhe sicurezza (dimensioni in mm  $\pm 20\%$ ):

- Soccorso di urgenza (dim. 330x460 mm).
- Cartello di divieti (dim. 350x125 mm):
- Vietato l'accesso ai non autorizzati.
- Vietato fumare e/o usare fiamme libere.
- Qui non usare acqua per spegnere incendi.
- Tensione elettrica pericolosa (dim. 350x125 mm).
- Estintore (dim. 200x200 mm).

- Adesivo giallo nero sulla soglia della porta.

#### **2.8.4.21. Documentazione**

Per ciascuno shelter dovranno essere fornite due (2) monografie contenenti:

- Specifica tecnica (principali caratteristiche e descrizione funzionale);
- Disegni meccanici;
- Schemi topografici, elenco materiali dell'impianto elettrico;
- Norme per l'installazione e la messa a punto;
- Norme per la manutenzione ordinaria e straordinaria;
- Schede tecniche dei principali componenti elettrici e meccanici;
- Manuali di funzionamento dei principali apparati: S.E.I., condizionatori, batterie;
- Dichiarazione di conformità dello shelter alla presente norma;
- Dichiarazione di conformità impianto elettrico 46/90.

#### **2.8.4.22. Prove di accettazione**

Per ciascun shelter dovrà essere prodotta la seguente documentazione ed effettuate le seguenti prove:

- monografia;
- collaudo secondo check-list.

#### **2.8.5. Armadio bifacciale**

L'armadio sarà del tipo stradale stampato in vetroresina per il contenimento delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica fornita e dell'interruttore generale dell'impianto elettrico. Avrà le seguenti caratteristiche:

- Grado di protezione IP 44 secondo CEI EN 60529, IK 10 secondo CEI EN 50102.
- Colore grigio RAL 7040.

- Porte incernierate indipendenti ed opposte, completa di chiusura tipo cremonese azionabile mediante serratura di sicurezza a cifratura cod. 21 e cod. 12.
- Cerniere interne in resina termoplastica a base poliammidica rinforzata con fibra di vetro (XEF).
- Prese d'aria inferiori e sottotetto per ventilazione naturale interna.
- Separazione mediana verticale mediante piastre di fondo
- Posa a pavimento mediante telaio di ancoraggio
- Parti metalliche esterne in acciaio inox o in acciaio tropicalizzato verniciato grigio, secondo norme CEI 7-6, elettricamente isolate con l'interno.
- Dim. Ingombro: 546x946x861 - Dim. Utili vano anteriore : 515x873x390 - Dim. Utili vano posteriore : 515x873x390

L'armadio sarà completato con contenitore termoplastico autoestinguente IP 20 per l'alloggiamento dell'interruttore generale dell'impianto elettrico

## **2.8.6. Quadri elettrici di bassa tensione**

### **2.8.6.1. Normativa**

I quadri, nel loro complesso, e nei singoli componenti, saranno costruiti in accordo con le seguenti norme e raccomandazioni: CEI EN 60.439-1 IEC 529.

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960°C ( 30/30s ) in conformità alle norme IEC 695.2.1, (CEI 50.11).

Salvo diversa indicazione le caratteristiche standard dei quadri elettrici saranno le seguenti:

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>VALORI MINIMI</b>
Tensione nominale	400 V +/- 10%
Frequenza nominale	50 Hz +/- 5%
Grado di protezione	IP 40

Dovrà essere posta particolare attenzione alla verifica delle dimensioni dei quadri elettrici, anche se indicate negli elaborati grafici allegati in quanto da ritenersi indicative, per garantire un temperatura interna al quadro elettrico non inferiore a -10 °C e non superiore a 50 °C. Saranno ammesse modifiche dimensionali dei quadri solo per eccesso.

### 2.8.6.2. *Dati generali*

Nella costruzione dei quadri si dovranno considerare le diverse condizioni di servizio: i quadri elettrici saranno installati all'interno di locali chiusi, la frequenza nominale sarà di 50 Hz (  $\pm 2,5\%$  ), le correnti nominali di corto circuito, previste per il quadro, saranno del valore di 15KA analogamente a quelle riportate sugli schemi relativi. La durata delle correnti di corto circuito sarà assunta per 1 secondo.

I quadri elettrici saranno dimensionati secondo le caratteristiche meccaniche ed elettriche contenute nelle tavole progettuali allegate.

Le componenti perimetrali e frontali costituenti il quadro elettrico, unitamente ai componenti del sistema di distribuzione, dovranno essere in grado di garantire le seguenti caratteristiche tecniche:

CARATTERISTICHE	CASSETTE	ARMADI
Tensione d'impiego	fino a 1000V	fino a 1000V
Tensione d'isolamento	fino a 1000v	fino a 1000V
Grado di protezione	IP 40	IP 40
Corrente nominale	fino a 630A	fino a 3200A
Corrente nominale del sistema di sbarre orizzontale/verticale	fino a 400A	fino a 3200A
Corrente nominale di breve durata ammissibile	fino a 25 kA/1s	fino a 85 kA/1s
Corrente nominale di cresta ammissibile	fino a 53 kA	fino a 187 kA

Salvo diversa indicazione le caratteristiche standard dei quadri elettrici saranno le seguenti:

CARATTERISTICHE	VALORI MINIMI
Tensione nominale	400 V +/- 10%
Frequenza nominale	50 Hz +/- 5%
Grado di protezione	IP 40

Dovrà essere posta particolare attenzione alla verifica delle dimensioni dei quadri elettrici, anche se indicate negli elaborati grafici allegati in quanto da ritenersi indicative, per garantire un temperatura interna al quadro elettrico non inferiore a -10 °C e non superiore a 50 °C. Saranno ammesse modifiche dimensionali dei quadri solo per eccesso.

### 2.8.6.3. *Dispositivi di manovra e protezione*

Al fine di poter garantire un coordinamento ottimale con la rispondenza alle Norme CEI EN 60.439-1, saranno oggetto di preferenza da parte del committente apparecchiature che incorporino dispositivi principali del medesimo costruttore.

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche eventualmente richieste nelle tavole progettuali allegate, dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Dovrà essere previsto uno spazio pari al 30% dell'ingombro totale, che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

#### **2.8.6.4. *Carpenteria***

La struttura dei quadri sarà realizzata con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 10-15/10.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti.

I pannelli posteriori dovranno essere di tipo avvitato o incernierato con cerniere a scomparsa.

Le porte frontali saranno corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale sarà costituito da cristallo di tipo temprato.

I quadri o elementi di quadro costituenti unità a se stanti dovranno essere completi di golfari di sollevamento a scomparsa.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione, salvo diversa indicazione nelle tavole di progetto, saranno montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

#### **2.8.6.5. Verniciatura**

Per garantire una efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli dovranno essere opportunamente trattati e verniciati.

Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, il decapaggio, la fosfatazione e l'elettrozincatura delle lamiere.

Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri colore a finire RAL normalizzati lisci e semi lucidi con spessore minimo di 70 micron.

#### **2.8.6.6. Collegamenti di potenza**

Le sbarre, se previste, ed i conduttori dovranno essere dimensionati per supportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Queste ultime dovranno essere completamente perforate e saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine.

Questi supporti saranno dimensionati e calcolati in modo tale da supportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito, inoltre dovranno essere fissati alla struttura del quadro già predisposta per eventuali modifiche future e, per portate superiori a 400A, adatti a ricevere fino a 4 sbarre per fase.

Le sbarre saranno in rame elettrolitico tipo CuETP, con punti di giunzione imbullonati e predisposti contro l'allentamento, dovrà essere possibile la loro suddivisione in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro.

Dovrà essere garantito il futuro ampliamento del sistema di sbarre.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime dovranno essere declassate, rispetto al loro valore di portata del 20%.

Le derivazioni saranno realizzate in corda o in bandelle di rame flessibile inguainate con isolamento non inferiore a 3 kV.

Portate massime in ampere dei conduttori utilizzati per il cablaggio all'interno dei quadri elettrici aventi temperatura ambiente esterna massima di 35 °C.



## INDICE

### **R – Sistema di Visualizzazione By-pass**

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>4</b>
3.1 CORPO ILLUMINANTE 6 LED BIFACCIALE: .....	4
3.2 CANALETTA DI CONTENIMENTO PER USCITE DI EMERGENZA: .....	4
3.3 CORPO ILLUMINANTE A 5 LED: .....	4
3.4 UNITÀ DI ALIMENTAZIONE PER IMPIANTO: .....	5
3.5 LAVORI DI POSA IN OPERA DELL' IMPIANTO: .....	5



## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali relativi ai sistemi di visualizzazione di by-pass pedonali e carribili all'interno dei forni della galleria.

Fornitura e posa in opera di un sistema per la segnalazione delle uscite di sicurezza (tipo SwaroExit o similare) per la segnalazione delle uscite di sicurezza e il direccionamento verso le stesse. Il percorso verso le uscite viene segnalato tramite moduli LED a freccia con lampeggio direzionale. L'uscita di sicurezza viene segnalata tramite un modulo a lampeggiante a LED ultra-luminosi garantendo la visibilità anche in situazioni di fumo molto denso. Entrambi i sistemi vengono collegati ad una centralina di controllo che permette l'attivazione dei moduli. L'alimentazione viene fornita dalla corrente di rete.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Il quadro e le apparecchiature oggetto della fornitura saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI EN (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e, in particolare:

- CEI EN 60694, classificazione CEI 17-21 (IEC 60694) “Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando in alta tensione”;
- CEI EN 62271-100, classificazione CEI 17-1 (IEC 62271-100) “Apparecchiature ad alta tensione – parte 100: interruttori a corrente alternata ad alta tensione”;
- CEI EN 62271-200, classificazione CEI 17-6 (IEC 62271-200) “Apparecchiature ad alta tensione – parte 200: apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV”;
- CEI EN 62271-102, classificazione CEI 17-83 (IEC 62271-102) “Apparecchiature ad alta tensione – parte 102: sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata”;
- CEI EN 61000-4-2, classificazione CEI 210-34 (EN 61000-4-2) “Compatibilità elettromagnetica (EMC)”.
- CEI EN 60044-1, classificazione CEI 38-1 (IEC 60044-1) trasformatori di misura parte 1: “Trasformatori di corrente”;
- CEI EN 60044-2, classificazione CEI 38-2 (IEC 60044-2) “trasformatori di misura parte 1: “Trasformatori di tensione induttivi”;
- CEI EN 60529, classificazione CEI 70-1 (IEC 60529) “Gradi di protezione degli involucri (codice IP)”;
- CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.

Il quadro dovrà rispondere alle regole e norme previste dalla Legislazione Italiana e, in particolare:

- conformità alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni;
- conformità al punto 11 del D.P.R. 341, relativo ai recipienti in pressione.

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento dell'installazione.

Il quadro dovrà essere realizzato da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 3. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

#### 3.1 *Corpo illuminante 6 LED bifacciale:*

La cassa è composta di acciaio inox V4A 1.4571 di dimensione 197x60x30mm. La componentistica elettronica è completamente sigillata ed a prova d'infiltrazioni. Il modulo contiene 6 LED di colore bianco (55cd) per lato, protetti da un vetro flessibile e trasparente, assorbimento massimo per singolo modulo di 80 mA. a 24V, durata media 100.000 ore senza riduzione della luminosità emessa, cablaggio interno e collegamento alle linee di alimentazione predisposti con appositi morsetti a "crimpatura" isolati con materiale termoindurente. I moduli a LED vengono installati sulle pareti della galleria in prossimità delle uscite di sicurezza. Un contatto pulito, che permette l'attivazione in situazioni di emergenza, attiva la funzione di segnalamento. I moduli sono progettati per resistere alle condizioni ambientali presenti in galleria, al fuoco ed ai normali sistemi di pulizia (spazzolatrici e getti ad alta pressione) con grado di protezione IP67. L'installazione prevede l'integrazione dei moduli in una canaletta di contenimento in acciaio inossidabile V4A 1.4571

#### 3.2 *Canaletta di contenimento per uscite di emergenza:*

La canaletta è composta di acciaio inossidabile V4A 1.4571. Può essere fornita sia lineare che curva in base al raggio di curvatura della galleria, lunghezza approssimativamente 160 cm, con inserti per 3 moduli a 50, 100 e 150 cm di altezza. La canaletta è stata progettata espressamente per contenere i moduli luminosi, montati a distanza di 50 centimetri, e viene fornita preassemblata con i necessari cavi per la connessione.

#### 3.3 *Corpo illuminante a 5 led:*

La cassa è composta di acciaio inox V4A 1.4571 di dimensione 150 x 145 x 40 mm. La componentistica elettronica è completamente sigillata ed a prova d'infiltrazioni. Il modulo contiene 5 LED verdi (400cd), protetti da un vetro flessibile e trasparente, assorbimento massima per singolo modulo di 320 mA. a 24V, durata media 50.000 ore senza riduzione della luminosità emessa, cablaggio interno e collegamento alle linee di alimentazione predisposti con appositi morsetti a "crimpatura" isolati con materiale termoindurente. I moduli flash vengono installati tra l'uscita di sicurezza e la segnaletica di indicazione della stessa. Un contatto pulito, che permette l'attivazione in situazioni di emergenza, attiva la funzione di segnalamento. I moduli sono progettati per resistere alle condizioni ambientali presenti in galleria, al fuoco ed ai normali sistemi di pulizia (spazzolatrici e getti ad alta pressione) con grado di protezione IP67 , IK 08. L'installazione prevede l'integrazione dei moduli in una canaletta di contenimento in acciaio inossidabile V4A 1.4571

### **3.4 Unità di alimentazione per impianto:**

alimentatore stabilizzato 220 V ac 1,2A /24 V dc 5A, protetto contro il corto circuito, dimensioni 125x70x125mm, installazione su barra omega, grado di protezione IP 20;

centralina controllo (tipo “DUO” o similare) e alimentazione a due canali per l'alimentazione ed il controllo delle lampade a led, a corrente di lampada impostabile in funzione del tipo e colore di led utilizzato, massima corrente d'uscita 2,5A a 24V cc per canale, in grado di regolare la luminosità in funzione dell'illuminamento esterno mediante sensore aggiuntivo o consenso esterno, predisposta per il funzionamento a luce fissa o lampeggiante anche a diversa frequenza, contenitore in ABS dimensioni 200x120x80 mm, grado protezione IP 65, pressatavi ingresso e uscita carichi;

### **3.5 Lavori di posa in opera dell'impianto:**

Posa in opera dell'impianto in prossimità di un By-Pass o una porta di fuga in galleria sulle pareti ,completo di posa di n. 4 canalette da 160cm, n. 16 canalette da 94cm, di n. 8 moduli tipo Swaroline 197 o similare, di n. 16 moduli a freccia tipo Swaroexit o similare, di n. 3 moduli flash tipo Swaroexit o similare, di ml 50 di cavo tipo 2x2,5mm<sup>2</sup> in neoprene a doppio isolamento e di n. 1 unità di alimentazione e controllo tipo DUO o similare



## INDICE

### S – Verniciatura Galleria Verduno

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
1.1 FASE 1 .....	2
1.2 FASE 2 .....	3
1.3 FASE 3 – TRATTAMENTO DI FINITURA A BASE DI TiO <sub>2</sub> .....	4
1.4 ATTREZZATURE PER APPLICAZIONE DEI TRATTAMENTI PROTETTIVI.....	4

## 1. OGGETTO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali relativi alla verniciatura del piedritto della galleria a partire dal piano stradale per un'altezza pari a 4.5m. Tale verniciatura sarà realizzata in tre fasi, dettagliate ciascuna nel seguito del documento.

### 1.1 Fase 1

Applicazione in due mani di uno smalto acrilico elastomerico all'acqua atossico adatto all'applicazione su manufatti in calcestruzzo. Il prodotto, a bassissima presa di sporco e resistente alla penetrazione delle macchie, deve essere supportato dalla seguenti certificazioni redatte da laboratorio terzo certificato ACCREDIA:

Test	Norma	Valore
Riflessione della luce	UNI EN ISO 410/200	> 90%
Permeabilità al vapore d'acqua	UNI EN ISO 7783-2/2001	$S_D < 1$ metro
Permeabilità all'acqua liquida	UNI EN ISO 1062-3/2006	$W \leq 0,01$
Elevata potere di adesione	UNI EN ISO 4626/2006	100%
Resistente all'abrasione a umido	UNI EN ISO 13300	> classe 1
Ottimo potere coprente, Rapporto di contrasto per spessore > 100 micron umidi	UNI EN ISO 11998	> 95% - classe 3

Quantità minima, 200 g/m<sup>2</sup>, spessore minimo secco: 80 µm DFT,

Colore bianco (RAL 9010)

## 1.2 Fase 2

La seconda fase, dopo almeno un giorno dall'applicazione della pittura acrilica, prevede l'applicazione di una finitura trasparente a base di pitture epossicilossaniche, ad alta riflessione della luce ed alto effetto barriera. Il rivestimento si caratterizza per l'ottima ritenzione della tinta, l'eccellente resistenza chimica ed al tormento meccanico (abrasione, urti). Ottima idro-olerepienza e resistenza a graffiti anche a fronte di numerosi e frequenti lavaggi. In questo modo è incrementata la pulibilità delle zone più soggette a sporcamento, aumentando anche la resistenza in presenza di "stone chipping" cioè collisione con ghiaia o pietrisco creando una barriera al deposito dello sporco intesa come combinazione di acqua ed incombusti dai gas di scarico. Il prodotto è così caratterizzato:

Test	Norma	Valore
Solido in volume	Da scheda tecnica	98% ± 2
SOV di fornitura	Da scheda tecnica	10 g/l
Riflessione della luce	UNI EN ISO 410/2000	> 90%
Permeabilità al vapor d'acqua	UNI EN ISO 7783-2/2001	$S_D < 1$ metro, $\mu < 20.000$
Permeabilità all'acqua liquida	UNI EN ISO 1062-3/2006	$W \leq 0,005 \text{ kg/m}^2 \text{ hr}^{0,5}$
Elevata potere di adesione	UNI EN ISO 4626/2006	100%
Permeabilità all'anidride carbonica	UNI EN ISO 11998:2006	$S_D > 20$ metri, $\mu > 500.000$
Resistenza all'abrasione (taber test)	ISO 5470-1	< 50 mg
Reazione al fuoco	EN ISO 13531-1	B - S1 - D0



Rilascio fumi tossi	UNI CEI 11170	Classe F1, densità fumi (flaming) < 100, densità minima dei fumi (non flaming) < 50
---------------------	---------------	---

Quantità minima, 70 g/m<sup>2</sup>, spessore minimo secco: 50 - 60 µm DFT

Colore: Trasparente oppure bianco, RAL 9010

### **1.3 Fase 3 – Trattamento di finitura a base di TiO<sub>2</sub>**

Applicazione di una mano di finitura a base sol acquoso contenente biossido di titanio fotocatalitico principalmente nella forma cristallina dell'anatasio, ed opportunamente drogato con solfuri sinterizzati oppure con elementi del gruppo del Lantanidi .

Il rivestimento da TiO<sub>2</sub> dovrà svolgere essenzialmente le seguenti due funzioni:

- grazie all'attività fotocatalitica del TiO<sub>2</sub> drogato con sali di zolfo o elementi del gruppo dei Lantanidi, si riduce l'accumulo di residui carboniosi ed incombusti sulle pareti migliorando la pulibilità e la riflessione della luce
- innalzamento della tensione superficiale del supporto che diventa altamente idrofilo semplificando le operazioni di pulizia in quanto non sarà più necessario usare tensioattivi

Colore: Trasparente o leggermente coprente in quel caso il colore dovrà essere RAL 9010

La pulibilità del supporto sarà verificata attrezzando una specifica area test dell'ordine di 5 - 20 m<sup>2</sup>. Dopo 30 giorni dall'applicazione e dopo lavaggio con idrogetto ad una pressione dell'ordine di 30 - 60 MPa la riflessione della luce dovrà essere analoga a quella iniziale

### **1.4 Attrezzature per applicazione dei trattamenti protettivi**

Il processo di verniciatura prevede l'impiego di un impianto automatico installato su mezzo mobile. Tale impianto è in grado di operare su metà della sezione della volta, con



sezioni variabili nel raggio e nella geometria, assicurando il rispetto della distanza ottimale tra gli ugelli di spruzzatura e la superficie della galleria. L'impianto è dotato di sistema di riconoscimento degli ostacoli per il riposizionamento dei bracci di verniciatura. La velocità di avanzamento del semovente è compresa tra 0.5 e 2 km/h così da garantire una produttività minima per mano di 5.000 m<sup>2</sup>/h.



## INDICE

### S – Verniciatura Galleria Verduno

<b>1. OGGETTO.....</b>	<b>2</b>
1.1 VERNICIATURA .....	2
1.2 TRATTAMENTO AUTOPULENTE .....	3
1.3 PARTICOLARI VERNICIATURA GALLERIA.....	6



## INDICE

### T – Raccolta Sversi Accidentali

<b>1. SPECIFICHE TECNICHE SVERSI ACCIDENTALI .....</b>	<b>2</b>
1.1. CANALE MONOLITICO A FESSURA CONTINUA .....	2
1.2. POZZETTO TAGLIAFIAMMA .....	2
1.3. POZZETTO ISPEZIONE IN GALLERIA .....	3
1.4. RACCORDI IN GHISA SFEROIDALE.....	3
1.5. TUBAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO .....	3
1.6. VASCA PREFABBRICATA IN CALCESTRUZZO.....	4
1.7. POZZETTI PREFABBRICATI.....	4
1.8. PARATOIE .....	5
1.9. ATTUATORE ELETTRICO PER PARATOIE .....	5
1.10. CHIUSINI .....	5

## 1. SPECIFICHE TECNICHE SVERSI ACCIDENTALI

### 1.1. CANALE MONOLITICO A FESSURA CONTINUA

Canalette prefabbricate a fessura, carrabili per carichi di I° categoria, in calcestruzzo polimerico, ottenuto dalla miscela di sabbie a diversa granulometria e materiali inerti di origine minerale necessari al riempimento degli interstizi, con agenti leganti quali polimeri, necessari per aumentare le caratteristiche di durezza, resistenza, leggerezza ed impermeabilità del materiale di costruzione.

La canaletta dovrà presentare le caratteristiche riportate nel seguito e le dimensioni geometriche riportate nell'elaborato specifico allegato al progetto:

- calcestruzzo polimerico a base di resina di poliestere, non infiammabile, certificato M0 (secondo la NFP 92-507 2004) e certificato A2-s1, d0 (secondo la UNI EN 13501-1 2007);
- carrabilità per carichi di I° categoria;
- dimensioni di ingombro pari a: lungh. 100 cm, largh. 36 cm, alt. 46 cm;
- larghezza utile per il passaggio dei liquidi di 3 cm e invito inclinato ;
- diametro equivalente sezione utile per il deflusso dei liquidi 28 cm;
- maschiatura per una perfetta sigillatura
- limitato spessore delle pareti;
- ridotto coefficiente di dilatazione termica;
- resistente agli acidi e liquidi aggressivi;
- assenza di materiale plastico o gomma;
- elementi di aggancio, curvature e pendenze, setti, ricavati direttamente dallo stampo metallico di produzione;

### 1.2. POZZETTO TAGLIAFIAMMA

Pozzetto prefabbricato carrabile per carichi di I° categoria, in calcestruzzo polimerico, ottenuto dalla miscela di sabbie a diversa granulometria e materiali inerti di origine minerale necessari al riempimento degli interstizi, con agenti leganti quali polimeri, necessari per aumentare le caratteristiche di durezza, resistenza, leggerezza ed impermeabilità del materiale di costruzione.

Il pozzetto dovrà presentare le caratteristiche riportate nel seguito e le dimensioni geometriche riportate negli elaborati specifici allegato al progetto:

- calcestruzzo polimerico a base di resina di poliestere, non infiammabile, certificato M0 (secondo la NFP 92-507 2004) e certificato A2-s1, d0 (secondo la UNI EN 13501-1 2007);
- pozzetto sifonato con parete taglia fiamma posto a 15 cm dal fondo alveo e sezione utile di 0.084 mq;
- dimensioni di ingombro pari a: lungh. 66 cm, largh. 66 cm, alt. 60 cm;
- Foro da 160 mm, completo di manicotto murario per innesto tubazione;

- limitato spessore delle pareti;
- ridotto coefficiente di dilatazione termica;
- resistente agli acidi e liquidi aggressivi;
- assenza di materiale plastico o gomma;
- elementi di aggancio, curvature e pendenze, setti, ricavati direttamente dallo stampo metallico di produzione;
- Soletta carrabile per carichi di I° categoria di spessore pari a 15 cm, con foro quadrato di luce netta pari a 0.4 x 0.4

### **1.3. POZZETTO ISPEZIONE IN GALLERIA**

Pozzetto prefabbricato carrabile per carichi di I° categoria, in calcestruzzo polimerico, ottenuto dalla miscela di sabbie a diversa granulometria e materiali inerti di origine minerale necessari al riempimento degli interstizi, con agenti leganti quali polimeri, necessari per aumentare le caratteristiche di durezza, resistenza, leggerezza ed impermeabilità del materiale di costruzione.

Il pozzetto dovrà presentare le caratteristiche riportate nel seguito e le dimensioni geometriche riportate negli elaborati specifici allegato al progetto:

- calcestruzzo polimerico a base di resina di poliestere, non infiammabile, certificato M0 (secondo la NFP 92-507 2004) e certificato A2-s1, d0 (secondo la UNI EN 13501-1 2007);
- dimensioni di ingombro pari a: lungh. 66 cm, largh. 66 cm, alt. 60 cm;
- 2 Fori da 180 mm per innesto tubazioni di ispezione in PVC SN 8;
- limitato spessore delle pareti;
- ridotto coefficiente di dilatazione termica;
- resistente agli acidi e liquidi aggressivi;
- assenza di materiale plastico o gomma;
- elementi di aggancio, curvature e pendenze, setti, ricavati direttamente dallo stampo metallico di produzione;
- Soletta carrabile per carichi di I° categoria di spessore pari a 15 cm, con foro quadrato di luce netta pari a 0.4 x 0.4

### **1.4. RACCORDI IN GHISA SFEROIDALE**

Raccordi in ghisa sferoidale a giunto "Flangiato" UNI EN 1092-1, rivestiti con pittura bituminosa; conformi alle norme UNI EN 545, costituita da 2 imbocchi flangiati e 1 curva a 45° di Diametro Nominale 150 mm.

### **1.5. TUBAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO**

Fornitura di tubazioni a sezione circolare interna ed esterna in conglomerato cementizio armato ( $R_{ck} \geq 45 \text{ N/mm}^2$ , Fe B 44 K) realizzato con il metodo della vibro-compressione, con giunzione del tipo a bicchiere, da porsi interrato, idoneo a sopportare lo smaltimento delle acque, prodotto in conformità alle normative vigenti, ed in particolare alla Legge prEN 1916 del maggio 1997, la Legge UNI 9858 del maggio 1991, la Legge UNI 8981/1 a 7, la Legge DIN 4035. e rivestito internamente con un liner polietilenico alta densità (HDPE).

Le tubazioni a tenuta idraulica sono dotate di giunto incorporato nel getto, in gomma sintetica conforme alle norme UNI EN 681-1, con pressione di tenuta garantita a collaudo fino a 0,5 bar (senza bisogno di alcuna sigillatura in opera). Il liner dovrà avere elevata aderenza al calcestruzzo (resistenza al distacco oltre i  $38.000 \text{ kg/m}^2$ ).

Classe di resistenza della tubazione:  $135 \text{ kN/m}^2$

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI					
DN (mm)	LN (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	S (mm)	Peso (q.li)
500	2300	610	600	69	8,8

#### **1.6. VASCA PREFABBRICATA IN CALCESTRUZZO**

Vasca in calcestruzzo  $R_{ck}=35 \text{ MPa}$  a pianta rettangolare e pareti di spessore pari a 90 mm, armata con doppia rete elettrosaldata  $\varnothing 10 \text{ mm}$  a maglia  $200 \times 200 \text{ mm}$ , con armatura rinforzata in corrispondenza degli spigoli con ferri  $\varnothing 30 \text{ mm}$  collegati a staffe  $\varnothing 10 \text{ mm}$  posta con interasse pari a 200 mm. Munita di ganci tipo "Frameco", cat. 6 T, ancorati sulle verticali per la movimentazione del manufatto mediante autogru. Con rivestimento interno a base di resine epossidiche a protezione del calcestruzzo da agenti aggressivi. Dotata di copertura carrabile per carichi di 1° categoria.

Dimensioni esterne (coperchio incluso):  $2.5 \times 8.26 \text{ m}$ ,  $h=2.65 \text{ m}$ .

Volume effettivo pari a  $41.5 \text{ m}^3$ .

Vasche dotate di fori per il collegamento tra vasche adiacenti e di aperture per il posizionamento di chiusini per l'ispezione e lo svuotamento delle stesse, caratteristiche dei fori e delle aperture come da elaborati grafici specifici.

#### **1.7. POZZETTI PREFABBRICATI**

Pozzetto prefabbricato realizzato in calcestruzzo armato ( $C 45/50 \text{ N/mm}^2$ , B450C) secondo le Nuove Norme Tecniche vigenti, e in particolare: UNI EN 1992-1-1 2005, UNI EN 1992-1-2 1998, UNI EN 13224-2005, UNI EN 13369-2004, UNI EN 14844-2006, e rivestito internamente con un liner polietilenico Alta Densità (HDPE) perfettamente integrato nel getto per mezzo del sistema di ancoraggio T GRIP, completo di fondo (anch'esso rivestito dello stesso materiale) e saldato lungo tutto il perimetro mediante idonea fascia di polietilene, di spessore e caratteristiche del liner stesso, da personale abilitato (munito di regolare patentino), secondo DVS 2212, Parte 2 e UNI EN 13067, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno. I manufatti saranno forniti completi di chiodi e maniglioni, per la movimentazione e il posizionamento in opera, atti a sopportare una portata nominale calcolata con coefficiente di sicurezza  $k \geq 3$ , completo di soletta di spessore pari a 20 cm, per carichi di I categoria.

Dimensioni interne:

- 1000 x 1000 mm, altezza 1 m, spessore 16 cm;
- 1500 x 1500 mm, altezza 2.3 m, spessore pareti 16 cm.

### 1.8. PARATOIE

Paratoia a sezione circolare DN 500 mm in acciaio inox AISI 316 in esecuzione compatta con tenuta su tutta la circonferenza nei due sensi di flusso ; telaio e piatto in acciaio inox , madrevite dello stelo in bronzo , tenuta in EPDM ; carico idraulico max 6 m; telaio con struttura autoportante per fissaggio a muro ; conforme alla norma DIN 19569 o superiore DIN EN 12266-1.

Larghezza 650 mm; altezza paratoia 1130 mm.

### 1.9. ATTUATORE ELETTRICO PER PARATOIE

Attuatore elettrico avente le seguenti caratteristiche:

- Motore elettrico: multigiro, ad alta coppia di spunto e bassissima inerzia, potenza 0.37 kW, Flangia F10;
- Protezione termostatica: incorporata, con pastiglie bimetalliche inserite negli avvolgimenti
- Alimentazione: 400V - 3 - 50 Hz.
- Servizio: intermittente S2 - 15 min.
- Comando manuale di emergenza a volantino disinseribile automaticamente
- 2 finecorsa (1 in ap.-1 in ch.) per i circuiti di comando e telesegnalazione contatti NA e NC
- 2 limitatori di coppia (1 in ap.-1 in ch.) per i circuiti di comando e telesegnalazione contatti NA e NC
- 1 indicatore luminoso di funzionamento
- Resistenza anticondensa (5- 20 W) nel reparto micro - alimentazione 230 V
- Protezione stagna al getto di manichetta IP 67 in accordo EN 60529
- Temperatura ambiente: -25°C/+80 °C
- Coperchio morsettiera con tre imbrocchi cavo (1xM20x1,5 – 2xM25x1,5)

### 1.10. CHIUSINI

Chiusini di ispezione in ghisa sferoidale secondo norme UNI ISO 1083, conforme alla norma UNI EN 124 Classe D400, prodotto in stabilimenti situati nella Comunità Europea ufficialmente certificati ISO 9001, rivestito con vernice bituminosa.

Chiusino con passo d'uomo di 800 mm, telaio a sagoma circolare di lato non inferiore a 1000 mm., altezza non inferiore a 125 mm., con fori ed asole di fissaggio e munito di guarnizione di tenuta antibasculamento con funzione autocentrante per il coperchio, in



elastomero ad alta resistenza alloggiata su apposita sede. Dotato di anelli per il sollevamento durante la posa, coperchio circolare a doppia cerniera e doppio mantello, con bloccaggio di sicurezza a 90 gradi che ne eviti la chiusura accidentale e predisposto per l'alloggiamento di apposito dispositivo antifurto, Disegno antisdrucchiolo, marcatura EN 124 D400 e marchio dell'ente di certificazione internazionalmente riconosciuto. Peso totale 121 kg. Circa.

Chiusino in ghisa sferoidale di grandi dimensioni conforme alle norme UNI EN124 classe D400 con apertura dei coperchi di tipo servoassistito a molla con sforzo di apertura inferiore ai 35 kg ; sistema di bloccaggio di sicurezza ; telaio di forma quadrata di luce netta 1500 x 1500 mm e delle dimensioni esterne di 1700 x 1660 mm, superficie antisdrucchiolo; rivestimento con vernice bituminosa, peso totale circa 550 kg.

Chiusino di ispezione per carreggiata stradale in Ghisa lamellare UNI ISO 185, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione. Luce netta 400 x 400 mm, Telaio 500 x 500 mm, Altezza 75 mm, peso 43 kg.



## INDICE

### U – Carpenterie By-pass

<b>1. SPECIFICHE TECNICHE MATERIALI OPERE CIVILI.....</b>	<b>2</b>
1.1. STRUTTURE IN CALCESTRUZZO.....	2
1.1.1. <i>Generalità.....</i>	2
1.1.2. <i>Requisiti e caratteristiche minime richiesti dai materiali.....</i>	2
1.1.3. <i>Certificati di origine, campionature e controlli sui materiali.....</i>	4
1.1.4. <i>Conservazione e cura dei materiali in cantiere .....</i>	6
1.1.5. <i>Modalità di esecuzione.....</i>	7
1.1.6. <i>Normative applicabili .....</i>	16
1.2. BARRE DI ARMATURA.....	19
1.2.1. <i>Generalità.....</i>	19
1.2.2. <i>Norme e criteri di accettazione dei materiali.....</i>	19
1.2.3. <i>Certificati d'origine, campionature e controlli sui materiali.....</i>	20
1.2.4. <i>Conservazione e cura dei materiali in cantiere .....</i>	20
1.2.5. <i>Modalità di esecuzione.....</i>	21
1.2.6. <i>Normative applicabili .....</i>	24

## 1. SPECIFICHE TECNICHE MATERIALI OPERE CIVILI

### 1.1. STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

#### 1.1.1. Generalità

I materiali per uso strutturale, devono essere in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993 n° 246, così come modificato dal DPR 10/12/1997 n°499.

In accordo alle Norme Tecniche delle Costruzioni D.M. Infrastrutture 14/01/2008 il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un **Sistema di Controllo della Produzione (FPC)** effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

Alla fornitura dei materiali devono essere allegati e forniti alla Direzione dei Lavori i seguenti documenti:

- Certificato di Conformità (CE)
- Dichiarazione di Conformità (CE)
- Certificato di controllo del processo di fabbrica sia del Produttore che del Centro di Trasformazione.
- Attestato di denuncia inizio attività dell'Officina o Centro di Trasformazione
- Certificato ISO 9001 sia del Produttore che del Centro di Trasformazione
- Documento di Trasporto (DDT) con la data di spedizione e il riferimento alla quantità al tipo di acciaio, al destinatario.
- Documento di Trasporto (DDT) con la data di spedizione e il riferimento alla quantità.al tipo di calcestruzzo, al destinatario.

#### 1.1.2. Requisiti e caratteristiche minime richiesti dai materiali

- **Leganti**

Conformemente al punto 11.2.9.1 del DM 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", nelle costruzioni devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benessere Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi. L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si dovranno utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

Per tutte le opere in calcestruzzo si utilizzerà un conglomerato cementizio, a resistenza caratteristica C28/35 Rck 35MPa conforme alla norma UNI EN 206-1/2001, dimensione massima degli inerti pari a 35 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), idoneamente vibrato e con aggiunta di additivi tale da garantire la classe di esposizione XC2 (di cui alla norma UNI EN 206-1/2001);

- **Aggregati**

Conformemente al punto 11.2.9.2 del DM 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente Tab. 11.2.II di cui al punto 11.2.9.2 del DM 14 gennaio 2008.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III, di cui al punto 11.2.9.2 del DM 14 gennaio 2008, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

- **Aggiunte**

Ai sensi del punto 11.2.9.3 del DM 14.01.2008, nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI

EN 206- 1:2006 ed UNI 11104:2004. I fumi di silice dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

- **Additivi**

Gli additivi saranno conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

- **Acqua di impasto**

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

### 1.1.3. *Certificati di origine, campionature e controlli sui materiali*

Conformemente al punto 11.2.9.1 del DM 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le AL ricevimento del calcestruzzo a piè d'opera è sarà verificato:

- che nel corso del trasporto siano state applicate le precauzioni atte a ridurre la perdita di lavorabilità e ad evitare la segregazione;
- la corrispondenza tra i requisiti ed i dati riportati nei documenti d'accompagnamento;
- l'aspetto del conglomerato fresco.

I controlli sulle caratteristiche del calcestruzzo fresco dovranno essere effettuati con prelievi a piè d'opera e, nel caso del calcestruzzo preconfezionato, i controlli dovranno essere eseguiti al momento dello scarico in contraddittorio tra Appaltatore e D.L..

A tale scopo saranno eseguite, su un unico campione rappresentativo ottenuto secondo le procedure descritte nella UNI EN 12350-1, le seguenti prove:

- misura della consistenza;
- confezione dei provini per prove di resistenza;
- determinazione della massa volumica;
- verifica del contenuto d'aria;
- controllo del rapporto acqua/cemento.

Nel caso di utilizzazione di **calcestruzzo autocompattante** sarà eseguita anche la verifica del valore di scorrimento (libero e vincolato) e quella dell'omogeneità dell'impasto secondo le procedure indicate nella UNI 11040 (Calcestruzzo autocompattante: specifiche, caratteristiche e controlli).

La tabella seguente riporta lo schema dei possibili controlli da svolgere sul calcestruzzo fresco, alcuni dei quali sono specificati nella UNI EN 206-1.

	Procedura	Requisiti	Frequenza
Documento di produzione o bozza d'accompagnamento	Verifica visiva	Conformità alle specifiche	Ogni partita (consegna)
Consistenza (lavorabilità) del calcestruzzo	Verifica visiva e controllo secondo il metodo di riferimento	Conformità alla classe di consistenza	Quando opportuno, nel corso dei prelievi per la valutazione della resistenza
Omogeneità del calcestruzzo	Verifica visiva e/o confronto tra le proprietà di differenti partite (consegne)	Aspetto uniforme, e di sottocampioni omogenei.	In caso di dubbio
Massa volumica del calcestruzzo fresco	UNI EN 12350-8	Verifica della miscela	Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori
Dosaggio in cemento	Controllo della quantità pesata dei costituenti nella preparazione dell'impasto	Verifica della miscela	Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori
Dosaggio in acqua e rapporto acqua/cemento	Controllo della quantità dosata nell'impasto o secondo metodologia da concordarsi tra le parti	Verifica della miscela	Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori
Prelievo di campioni per verifica della resistenza a compressione.	Secondo le procedure previste dalla norma	Verifica Rok alla scadenza ordinaria e se necessario alle brevi stagionature	Secondo le vigenti norme tecniche e/o secondo le specifiche progettuali, se più restrittive
Contenuto d'aria	UNI EN 12350-7	Conformità alle specifiche.	Se richiesto per la classe di esposizione e nelle specifiche progettuali
Altre caratteristiche: ora di consegna, ora di messa in opera, temperatura calcestruzzo fresco	Registrazione		Secondo richiesta
Rilavorazione (per riprendere la consistenza prescritta)	Registrazione. La rilavorazione deve essere vietata se comporta una riduzione inaccettabile delle prestazioni del calcestruzzo	Dosaggio e tipo d'additivo aggiunto	Ogni qual volta è effettuata

- **Controllo della resistenza alla compressione**

Il controllo di base, per l'accettazione del calcestruzzo in cantiere, dovrà soddisfare le prescrizioni di cui allo specifico paragrafo "Controlli di accettazione" riportato nelle vigenti Norme Tecniche par. 11.2.5. Le prove da effettuare ai fini dell'accettazione devono essere eseguite in conformità alle norme UNI EN 12350 - 1 per quanto attiene il campionamento, ed alle norme UNI EN 12390, nelle varie parti, per quanto attiene il confezionamento e la stagionatura dei provini, nonché le relative prove di resistenza a compressione.

- **Controllo di accettazione degli aggregati**

L'Appaltatore, secondo le disposizioni della D.L. , procederà all'effettuazione di controlli di accettazione degli aggregati finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche

riportate nella Tab. 11.2.IV di cui al D.M. 14.01.2008. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005, in relazione a ciascuna caratteristica.

#### *1.1.4. Conservazione e cura dei materiali in cantiere*

I locali del deposito dei materiali relativi al calcestruzzo devono essere soggetti all'approvazione della DL e devono consentire il facile accesso per l'ispezione e l'identificazione di ciascuna partita secondo i relativi certificati.

- **Conservazione del cemento**

L'Appaltatore è responsabile sia della qualità, sia della buona conservazione del cemento.

Immediatamente dopo la consegna i cementi, se in sacchi, devono essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria.

I diversi tipi di cemento devono essere conservati in contenitori separati, facilmente riconoscibili, in modo da impedire errori di utilizzazione.

In caso di lunga permanenza del cemento nei silos o nei locali di deposito si devono predisporre opportune verifiche di laboratorio atte ad accertare il mantenimento delle caratteristiche originali del prodotto.

I sacchi contenenti il cemento devono essere disposti in modo da formare cumuli ben assestati, collocati su impalcati sollevati dal suolo, eseguiti con tavole di legno e ricoperti con cartongeltri bitumati o fogli di polietilene; i sacchi così disposti devono essere isolati dalle pareti del magazzino e protetti con teli impermeabili.

Qualora il cemento venga trasportato sfuso, devono essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto, in questo caso il cantiere deve essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e di bilancia per il controllo della formazione degli impasti.

I contenitori per il trasporto e i silos devono essere tali da proteggere il cemento dall'umidità e deve essere evitata la miscelazione tra tipi e classi di cemento.

- **Conservazione degli inerti**

L'Appaltatore è responsabile sia della qualità, sia della buona conservazione degli inerti.

Gli inerti devono essere conservati in luoghi puliti, su di un piano di calcestruzzo opportunamente inclinato, al fine di evitare qualsiasi ristagno d'acqua. Sono comunque proibiti i depositi su terra e controterra. Le diverse classi granulometriche, così come gli inerti di categorie diverse, devono essere conservati separatamente, evitando ogni possibile miscelazione.

### 1.1.5. Modalità di esecuzione

La messa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme. Per assicurare la migliore riuscita del getto, L'Appaltatore provvederà ad eseguire una serie di verifiche preventive che riguarderanno, oltre che le casseforme e i ferri d'armatura, anche l'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

- **Trasporto**

Il trasporto del calcestruzzo, dal sito di confezione al luogo d'impiego, deve essere effettuato con mezzi adeguati ad evitare la segregazione o il danneggiamento del conglomerato.

La consistenza dell'impasto deve essere tale da permettere il trasporto e la messa in opera del calcestruzzo con sufficiente facilità, senza che si verifichino fenomeni di segregazione.

La classe di consistenza ottimale dipende dal tipo di getto e dai mezzi disponibili per la compattazione e si valuta seguendo le procedure descritte nelle seguenti norme:

- Prove sul calcestruzzo fresco - cedimento al cono (UNI EN 12350-2)
- Prove sul calcestruzzo fresco - spandimento (UNI EN 12350-3)
- Prove sul calcestruzzo fresco - compattabilità (UNI EN 12350-4)
- Prove sul calcestruzzo fresco - tempo d'asestamento (UNI EN 12350-5).

Per ogni carico di calcestruzzo si predispose un documento che, nel caso di calcestruzzo preconfezionato, deve contenere:

- la data e l'ora di confezione e i tempi d'inizio e fine getto (è opportuno, inoltre, che siano registrate le ore d'arrivo in cantiere, d'inizio e di fine scarico)
- la classe d'esposizione ambientale
- la classe di resistenza caratteristica
- il tipo, la classe del cemento, ove specificato nell'ordine di fornitura
- il rapporto a/c, se prescritto
- la dimensione massima dell'aggregato
- la classe di consistenza
- i metri cubi trasportati

Nel caso di calcestruzzo preparato in cantiere, deve essere almeno indicato:

- la classe di resistenza caratteristica
- i metri cubi trasportati

L'Appaltatore conserverà la documentazione nella quale è specificata la struttura a cui il carico di calcestruzzo è stato destinato. Tale documento dovrà formare oggetto di controllo e registrazione da parte di chi riceve il calcestruzzo.

L'operazione di trasporto deve terminare prima che abbia inizio il fenomeno di presa.

Il calcestruzzo deve essere trasportato dal luogo di fabbricazione al luogo d'impiego in condizioni tali da evitare possibili segregazioni tra i componenti dell'impasto e la perdita di uno qualunque degli elementi costituenti della miscela (in particolare una eccessiva evaporazione dell'acqua) o l'intrusione di materie estranee.

Nel caso di trasporto con mezzi dotati di agitatori oppure con autobetoniere, pur essendo limitato il rischio di una segregazione, lo scarico del calcestruzzo deve avvenire entro 1 ora o 2 ore dalla sua confezione. Tale tempo massimo viene prescritto dalla DL in relazione al tipo di cemento, alle caratteristiche dell'impasto ed alle condizioni ambientali.

- **Movimentazione del calcestruzzo**

La movimentazione del calcestruzzo dal mezzo di trasporto al punto di messa in opera potrà essere effettuata mediante uno dei seguenti dispositivi: canaletta, benna, nastro trasportatore, pompa. Il mezzo dovrà essere scelto tenendo in considerazione le caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, la distanza tra il punto d'arrivo del mezzo e quello di getto, le condizioni climatiche, la conformazione delle casseforme e del cantiere, le attrezzature di compattazione disponibili e la velocità d'avanzamento prevista.

- **Operazioni di getto**

L'Appaltatore é tenuto a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- il luogo di getto
- la struttura interessata dal getto
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori avrà verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa
- la pulizia delle casseforme
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.)
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra l'Appaltatore dovrà eseguire, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo
- la posizione di eventuali drenaggi
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperatura minore di +2°C e maggiore di +35°C salvo il ricorso a opportune cautele e/o additivi e previa approvazione della DL.

Il calcestruzzo deve essere messo in opera nel più breve tempo possibile dopo la sua confezione e, in ogni caso, prima dell'inizio della presa, stendendolo in strati orizzontali.

Il calcestruzzo deve essere depositato quanto più possibile vicino alla posizione finale all'interno della cassaforma. Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà essere effettuato applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

**L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non dovrà eccedere 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.**

Si dovrà evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo potrà essere utilizzato un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

**Nei getti in pendenza** saranno sempre predisposti dei cordoli d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace. **Nel caso di getti in presenza d'acqua** l'Appaltatore provvederà a:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal Direttore dei Lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua ed il calcestruzzo fresco in movimento.

L'uso della pompa per il getto dei calcestruzzi deve essere preventivamente autorizzato dalla DL, in tal caso l'Appaltatore deve impegnarsi a rispettare le prescrizioni e le precauzioni impartite dalla DL per garantire la bontà e l'omogeneità del getto.

Nel trasporto per pompaggio, il diametro dei tubi deve essere proporzionato al diametro massimo D dell'inerte usato, adottando un rapporto  $[(\text{diametro Tubo}) / D] > 3$ .

Onde limitare gli attriti durante il trasferimento, la DL può ordinare inerti a forma arrotondata.

Quando il getto debba essere effettuato entro cavi o in pozzi in profondità superiore a 2 metri si deve procedere al getto dalla bocca del cavo o del pozzo solamente attraverso tramogge, ovvero calando il calcestruzzo nello scavo mediante secchie a ribaltamento.

L'impiego delle secchie a ribaltamento può essere prescritto dalla DL ogni qualvolta lo ritenga necessario per la buona riuscita del getto, senza che per ciò competa l'Appaltatore speciale compenso.

È vietato gettare il conglomerato per i pilastri dall'alto dei casseri in una sola ripresa. Nel caso di pilastri eccezionalmente alti, la DL può prescrivere che la costruzione di una delle pareti dei casseri venga effettuata a tratti sovrapposti. In questo caso il getto avviene di fianco anziché dall'alto. Nel getto deve essere evitato che il conglomerato venga sbattuto contro i casseri.

Qualora richiesto dalla DL, il getto di parapetti o altri elementi non portanti deve essere eseguito contemporaneamente alle strutture portanti, al fine di evitare riprese di getto od altre imperfezioni.

Qualora sia previsto l'inserimento nel getto di elementi metallici o profilati, sia di finitura che con funzione statica, ad opera finita, essi devono risultare facenti parte della sagomatura esterna della struttura in cemento ed al tempo stesso essere saldamente collegati ad essa.

L'Appaltatore, in ottemperanza alla normativa di prevenzione infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nonché alle eventuali maggiori prescrizioni dei piani di sicurezza del cantiere, realizza, i palchi provvisori di servizio e la protezione delle strutture, anche, ove necessario, a mezzo ponteggi interni ed esterni alla struttura stessa.

Dovrà essere eseguita la vibratura (UNI 9858, D.M. 9.1.1996 e Legge 1086) ogni volta che viene gettato il calcestruzzo e per precauzione deve essere tenuto un vibratore funzionante di riserva.

Il calcestruzzo di solette più spesse di 100mm dovrà essere costipato con apparecchiatura meccanica di vibrazione ad alta frequenza integrata da vibrazione manuale con pale e pestonatura. I vibratorii adoperati all'interno dei casseri devono essere parzialmente immersi nel calcestruzzo, con una frequenza minima di 6000 impulsi per minuto in immersione, Non devono usarsi i vibratorii per trasportare il calcestruzzo nelle casseforme. I vibratorii andranno inseriti ed estratti a distanze approssimative di 500mm.

Quando è richiesta più di una operazione di getto reimmergere il vibratore nel medesimo punto. Quando i vibratorii interni risultino insufficienti ad ottenere il consolidamento del calcestruzzo utilizzare vibratorii esterni sulla superficie esterna delle casseforme.

- **Riprese di getto**

Per quanto possibile, i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò si dovrà ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, si prescrive che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata, alternativamente la superficie dovrà essere scalfita (e pulita dai detriti), in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione potrà essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo d'additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

Anche se le soluzioni sopraindicate mirano ad ottenere il monolitismo tra i getti successivi, per assicurare la continuità strutturale, le riprese di getto dovranno essere orientate su piani quanto più possibili ortogonali alla direzione dei flussi di compressione che si destano poi nella struttura in servizio, in modo da garantire un'imposta efficace per tali compressioni.

Nel caso di getti di calcestruzzo a vista, saranno rispettate le disposizioni, progettuali riguardanti la posizione e le modalità esecutive delle riprese di getto.

Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con gli accorgimenti specificamente indicati nel progetto e nelle prescrizioni di capitolato quali: la prescrizione di miscele impermeabili, l'interposizione di giunti waterstop, la continuità del getto.

- **Compattazione del calcestruzzo**

La compattazione potrà essere effettuata mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, o assestamento. I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, saranno di norma sottoposti ad una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

Per migliorare la lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua, potranno essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione si dovrà prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, potrà essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio della presa del calcestruzzo.

Durante i getti di calcestruzzo devono essere sempre impiegati un congruo numero di attrezzature per la vibratura del getto.

La vibratura meccanica del conglomerato deve essere effettuata sempre e per ogni tipo di getto e non potrà mai dare luogo a speciali compensi per il maggiore volume d'impasto che la vibratura stessa impone di porre in opera. La DL può ordinare l'impiego successivo di vibratori ad immersione e di vibratori a parete. L'Appaltatore deve eseguire prove preventive per determinare il raggio di azione dei vibratori ad immersione, e quindi le zone di conglomerato da vibrare di volta in volta, nonché la profondità di ogni singolo strato, profondità che non deve superare 40 cm tenendo presente che la frequenza di vibrazione deve essere in relazione alla granulometria degli inerti ed alla quantità di armature metalliche. I punti di vibratura devono essere disposti a maglia quadrata od a quinconce con distanza compresa fra i 12/7 ed i 10/7 del raggio di azione dei vibratori.

Qualora le armature metalliche fossero costituite da tondini molto ravvicinati, la vibratura deve essere eseguita mediante vibratori a lama; le lame non devono avere lunghezza maggiore di cm 20 e la vibratura deve essere condotta da personale di provata esperienza in modo da

evitare che la lama vibri a contatto dell'armatura metallica per evitare che il conglomerato venga allontanato dalle armature stesse.

I vibratori ad immersione devono avere frequenza compresa fra 8.000 e 12.000 vibrazioni al minuto.

I vibratori devono essere immersi nel getto e ritirati lentamente così da evitare la formazione di vuoti; nei due percorsi la velocità media dovrà essere contenuta tra 8 e 10 cm/sec.

La vibratura deve proseguire uniformemente e senza soluzione di continuità così che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea.

La vibratura deve interessare per almeno 10 cm lo strato precedente. Nell'eseguire la vibratura devono comunque essere evitati anche minimi spostamenti dell'armatura metallica, scegliendo opportunamente il diametro delle teste di vibrazione.

La vibratura deve essere effettuata in direzione normale agli strati. In ogni caso il costipamento del conglomerato deve essere eseguito con la massima cura eliminando ogni zona di vuoto. Per le volte, nella linea di avanzamento della gettata, che deve sempre procedere lungo una generatrice, deve essere eseguita una pistonatura doppia e cioè normale allo strato e normale al giunto di avanzamento, quest'ultimo da disporsi in senso normale all'intradosso.

La vibratura deve essere sospesa all'apparizione in superficie di un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua, poiché il prolungamento della vibratura oltre il necessario comporta la stratificazione dei costituenti il conglomerato. La buona esecuzione della vibratura può essere accertata, tra l'altro, dopo il disarmo esaminando le superfici a contatto con i casseri che non devono presentare vuoti e bolle dovuti a inclusione di aria o di acqua.

- **Prescrizioni per Getti in clima freddo o caldo**

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'APPALTATORE dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

I materiali coibenti di più comune utilizzo sono:

- fogli di polistirolo o poliuretano espansi, tagliati opportunamente e fissati ai casseri;
- fogli di lana di roccia ricoperti da fodere di polietilene;
- fogli di schiuma vinilica;
- schiume poliuretatiche spruzzate sull'esterno della cassaforma.

Per un più efficace utilizzo, tali materiali dovranno essere sempre protetti dall'umidità con teloni impermeabili.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi. Per le solette è preferibile utilizzare i prodotti filmogeni o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata.

Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal Progettista.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono non solo dalla composizione dell'impasto e dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, ma anche dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, dovranno essere rispettati i limiti seguenti per limitare le tensioni di origine termica:

- a) una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- b) una differenza massima di 10-15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

Al fine di evitare congelamenti superficiali o totali di strutture sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive, il Progettista dovrà quantificare in sede progettuale il bilancio termico complessivo durante la fase di indurimento, in funzione dello sviluppo di temperatura del calcestruzzo e della temperatura esterna.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

- **Getti contro terra**

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto. Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

Durante il disarmo l'Appaltatore avrà cura che la struttura non subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti. I carichi sopportati da ogni centina dovranno essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive. Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della Legge n° 1086/71; in ogni caso il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

Di norma si porrà attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo ed alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

- **Strati superficiali del getto e loro classificazione**

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benessere della DL, vanno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempiti i vuoti e riparate parti eventualmente non perfettamente riuscite.

Le superfici faccia a vista devono presentare le seguenti caratteristiche:

- avere un colore uniforme proprio del calcestruzzo solido; non consentiti screziature o corpi estranei;
- essere continue, quindi prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori di aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, danni del gelo o degli additivi antigelo, scarpellature e fresature, perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti), distacchi della pellicola di cemento, presenze di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili, presenza di corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili, ecc.

Le superfici di conglomerato cementizio in relazione al loro grado di finitura, conseguente anche alle classi di casseforme impiegate, possono essere delle seguenti tre classi, con i requisiti appresso indicati:

- A (accurata);
- B (ordinaria);
- C (grossolana).

Qualora non diversamente disposto in progetto, le superfici di conglomerato cementizio dovranno corrispondere alla classe B, se a faccia vista alla classe A.

- **Planarità**

L'errore percentuale di planarità generale "d" misurato mediante un regolo lungo 3 m posto sulla superficie da controllare, viene espresso da

$d = h/L$  dove:

h = massima altezza rilevata tra la superficie del calcestruzzo e la base del regolo, espressa in millimetri

L = lunghezza del regolo, espressa in millimetri.

Per le classi previste, l'errore di planarità non dovrà essere superiore a:

- Classe A -  $d = 0,4 \%$
- Classe B -  $d = 0,6 \%$
- Classe C -  $d = 1,0 \%$

L'errore di planarità locale "e" viene misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze. Per le classi previste, l'errore di planarità locale non dovrà essere superiore a:

- Classe A -  $e = 3 \text{ mm}$
- Classe B -  $e = 6 \text{ mm}$
- Classe C -  $e = 10 \text{ mm}$

- **Gradini dovuti al posizionamento dei casseri**

Qualora tra singole zone di una superficie di conglomerato cementizio vi siano differenze di altezza, appositamente predisposte o fortuite, lo scarto "f" sulla differenza progettuale di altezza tra le zone (per superfici piane la differenza progettuale è zero) non dovrà essere, per le classi previste, superiore a:

- Classe A -  $f = 3 \text{ mm}$
- Classe B -  $f = 6 \text{ mm}$
- Classe C -  $f = 10 \text{ mm}$

- **Giunti tra elementi**

I giunti tra elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, devono essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza di seguito specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati. L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

- Classe A -  $g = 0,3 L$
- Classe B -  $g = 0,5 L$
- Classe C -  $g = 0,7 L$

con un valore massimo, però, rispettivamente di:

- Classe A - 8 mm
- Classe B - 10 mm
- Classe C - 15 mm

- **Tolleranze**

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto stabilito ai punti precedenti sulla classificazione degli strati superficiali del calcestruzzo.

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con max 30 mm;
- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi sarà inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari a 1/200 dell'altezza della struttura stessa, con max di 20 mm.

#### 1.1.6. *Normative applicabili*

Si intendono applicate le seguenti norme:

- Legge 05.11.1971:" n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2.2.1974 n. 64
- D.M. Infrastrutture 14.01.08 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (2008)
- OPCM 3274 Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici e s.m.i.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici- Linee Guida sul calcestruzzo ad alta resistenza;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici- Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato;
- D.M. LL.PP. 09.01.1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e delle strutture metalliche.
- UNI-ENV 13670 – 1:2001 Esecuzione delle opere in calcestruzzo – Requisiti comuni
- EN 1992 1 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1 General rules for buildings.
- UNI-EN 206-1:2006 Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 11104:2004 Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità: istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 12620:2008 Aggregati per calcestruzzo
- UNI EN 12350-1:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento

- UNI EN 12350-2:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 2: Prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350-3:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 3: Prova Vébé
- UNI EN 12350-4:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 4: Indice di compattabilità
- UNI EN 12350-5:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 5: Prova di spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-6:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 6: Massa volumica
- UNI EN 12350-7:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 7: Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI 11040:2003 Calcestruzzo autocompattante – Specifiche, caratteristiche, e controlli.
- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI EN 13791:2008 – Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo
- UNI EN 12504-1:2002 Calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione.
- UNI EN 12504-2:2001 Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Prove non distruttive – Determinazione dell'indice sclerometrico.
- UNI EN 12504-3:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Prove non distruttive – Determinazione della forza di estrazione.
- UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture – parte 4 – Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici.
- UNI EN 12390-1:2002 Prova sul calcestruzzo indurito – Forma, dimensioni e altri requisiti per provini e per casseforme.
- UNI EN 12390-2:2002 Prova sul calcestruzzo indurito – Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
- UNI EN 12390-3:2003 Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini
- UNI EN 12390-7:2002 Prova sul calcestruzzo indurito – Massa volumica del calcestruzzo indurito.
- UNI 10766:1999 Calcestruzzo indurito – Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.
- UNI 10834:1999 Calcestruzzo proiettato.
- ACI 228.1R (95) In place Methods to estimate Concrete strength.
- ACI 228.2R (98) Non destructive Test Methods for Evaluation of concrete in structures.
- ACI 304R 00 Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete.
- ACI 308R (01) Guide to curing Concrete.
- ACI 308.1 (98) Standard Specification for curing Concrete.

- ACI 347 (01) Guide to formworks for concrete.
- UNI EN 934-1:2008 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 1: Requisiti comuni
- UNI EN 934-2:2009 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-3:2004 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per malte per opere murarie - Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-4:2009 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-5:2008 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-6:2007 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità
- UNI EN 13055-1:2003 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione
- UNI EN 13055-2:2005 Aggregati leggeri - Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati

## 1.2. BARRE DI ARMATURA

### 1.2.1. Generalità

Per le strutture si deve utilizzare acciaio B450C di cui al § 11.3.2.1 del D.M. 14.01.2008.

Si consente l'utilizzo di acciai di tipo B450A, con diametri compresi tra 5 e 10 mm, per le reti e i tralicci; se ne consente inoltre l'uso per l'armatura trasversale unicamente se è rispettata almeno una delle seguenti condizioni: elementi in cui è impedita la plasticizzazione mediante il rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze, elementi secondari di cui al § 7.2.3, strutture poco dissipative on fattore di struttura  $q \leq 1,5$ .

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni" paragrafo 11.3.2: è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure specificate di seguito.

- **Acciaio per cemento armato B450C**

L'acciaio per cemento armato B450C utilizzato è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

- $f_y$  nom 450 N/mm<sup>2</sup>
- $f_t$  nom 540 N/mm<sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella Tab. 11.3.Ib. del D.M. 14.01.2008

### 1.2.2. Norme e criteri di accettazione dei materiali

La DL, ai fini dell'accettazione di tutti i materiali, ha facoltà di procedere a controlli su campioni della fornitura e di richiedere attestati di conformità della fornitura alle prescrizioni di progetto.

Tutti i materiali dovranno essere prodotti da aziende che operino secondo un sistema di Gestione della Qualità UNI EN ISO 9001:2000 certificato da parte di un organismo terzo indipendente, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006 o in alternative esser prodotti da aziende che:

- Possiedono la certificazione di conformità del controllo del processo di produzione del "centro di trasformazione" di acciaio per l'edilizia, ai sensi del D.M. 14/01/2008 - § 11.3.1.7, in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008.
- Hanno al loro interno il direttore tecnico dello stabilimento che opererà secondo il disposto dell'art. 64, comma 3, del DPR 380/01.
- dichiarano al servizio tecnico centrale la propria attività. Il STC attesterà poi l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore dovranno essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro Di trasformazione (logo o marchio) e dall'attestazione inerente le prove del controllo interno.

### 1.2.3. *Certificati d'origine, campionature e controlli sui materiali*

In conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni":

Gli acciai utilizzati per il cemento armato dovranno essere ad aderenza migliorata ed avere la marcatura di prodotto che ne permetta l'identificazione e la rintracciabilità; □□ Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della marcatura CE dovranno essere accompagnate dalla copia dell'**attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture**. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto; Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso (paragrafo 11.3.1.5). Eventuali forniture non conformi saranno rifiutate.

La fornitura di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata. Le forniture non conformi saranno rifiutate.

Il produttore dovrà procedere alla qualificazione della rete o traliccio secondo le procedure indicate dal D.M. 14/01/1008 (vedi paragrafo 11.3.2.11 in allegato 2) ed ogni pannello o traliccio deve essere dotato di apposita marchiatura che ne identifichi il produttore.

I controlli di accettazione in cantiere, saranno eseguiti **entro trenta giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere** con le modalità specificate ai paragrafi 11.3.2.10.4 e 11.3.2.11.3. Il prelievo dei campioni sarà effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, etc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati

### 1.2.4. *Conservazione e cura dei materiali in cantiere*

Nel caso di mal tempo, di esposizione ad agenti aggressivi, etc. le armature devono essere adeguatamente protette con teli impermeabili o con gli accorgimenti prescritti dalla DL.

#### 1.2.5. *Modalità di esecuzione*

L'Appaltatore esegue, in conformità con il progetto e del capitolato tutte le armature occorrenti per la perfetta esecuzione delle opere in c.a., dei consolidamenti murari etc. sia esplicitamente previsti dal progetto che comunque necessari all'esecuzione delle opere progettate.

Le armature esplicitamente indicate in progetto sono da intendersi quali le minime (per qualità e quantità) da porsi in opera: l'Appaltatore, che accetta e fa proprio il progetto esecutivo strutturale, resta infatti il solo responsabile della qualità e quantità delle armature, che, fermo restando il suddetto minimo, devono in ogni caso essere commisurate al tipo di opere da realizzarsi ed alle sollecitazioni, anche di natura termica, chimica, etc., cui i vari elementi sono sottoposti.

Le sagome e i diametri delle barre di armatura delle strutture in c.a. devono rispettare puntualmente le indicazioni contenute nei grafici di progetto. Qualsiasi eventuale modifica proposta dall'Appaltatore deve essere sempre preventivamente approvata dalla DL. Devono inoltre essere rispettate:

- le tolleranze di posizionamento definite nella documentazione progettuale
- lo spessore del copriferro specificato.

Allo scopo, come già accennato, è opportuno utilizzare adeguati calibri o spessori. I distanziali in acciaio, a contatto con la superficie esterna, del calcestruzzo sono ammessi solamente in classe di esposizione XO (UNI EN 206-1), (ambiente secco e riparato). Tale restrizione non si applica ai distanziali in acciaio inossidabile idoneo alle specifiche condizioni di esposizione.

Le armature metalliche devono essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni e devono corrispondere alle prescrizioni dei punti 7.4.6 del D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i.

È vietato mettere in opera armature eccessivamente ossidate, corrose o recanti difetti superficiali che ne pregiudichino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato.

Prima della loro lavorazione (taglio, piegatura e sagomatura) e del loro montaggio, le armature devono essere ispezionate ed accettate dalla DL. Per evitare i possibili danni indotti dall'ossidazione dei ferri ordinari d'armatura possono essere utilizzate barre d'armatura in acciaio inossidabile, barre protette con zincatura (galvanizzate) o ricoperte con uno strato di vernice protettiva.

E' opportuno che i trattamenti di zincatura e protezione mediante verniciatura siano applicati sulle barre (ed eventuali inserti) già piegate e preferibilmente assemblate. La movimentazione delle armature trattate richiede particolare cura poiché eventuali scalfitture del trattamento comprometterebbero l'effetto protettivo.

- **Taglio e piegatura**

Il taglio e la curvatura dei ferri d'armatura devono essere effettuati secondo le prescrizioni riportate nella documentazione progettuale. E' sempre comunque opportuno che:

- la curvatura sia effettuata con progressione regolare;
- la curvatura a temperatura inferiore a 5°C sia aut orizzata dalla Direzione Lavori, che fisserà le eventuali precauzioni;
- a meno di una specifica indicazione riportata nella documentazione progettuale, sia evitato il riscaldamento delle barre per facilitarne la curvatura.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio adeguato al diametro (raggio non inferiore a 6 diametri), i diametri dei mandrini di curvatura devono essere adattati al tipo d'armatura, e non devono essere inferiori ai valori indicati dalla normativa di settore; Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento su armature già lavorate.

- **Giunzioni**

Le giunzioni, sia nel tipo che nella posizione, saranno conformi a quelle indicate in progetto e dovranno essere eseguite nel massimo rispetto delle stesse prescrizioni progettuali. In fase esecutiva le giunzioni potranno essere effettuate mediante:

- saldature eseguite in conformità alle norme vigenti, previo accertamento della saldabilità dell'acciaio in uso e della sua compatibilità con il metallo d'apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo
- manicotto filettato
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (intraferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

Nelle unioni di sovrapposizione, se necessario, si devono valutare gli sforzi trasversali che si generano nel calcestruzzo circostante, che va protetto con specifiche armature addizionali, trasversali o di cerchiatura.

Le saldature non devono essere eseguite in una parte curva o in prossimità di una curva dell'armatura. La saldatura per punti è ammessa solo per l'assemblaggio delle armature.

Non deve essere permessa la saldatura delle armature di acciaio galvanizzato a meno di diverse specifiche prescrizioni, che indichino il procedimento da seguire per il ripristino della protezione.

- **Staffatura e legatura**

Il posizionamento di ciascun ferro è ottenuto legandolo con filo di ferro alle staffe in modo da ottenere una gabbia entro la quale gli stessi non possono muoversi. Nel caso di lavorazioni particolari, per dimensioni o quantità di armature, è possibile, su indicazione della DL, procedere alla stabilizzazione delle gabbie tramite barre di irrigidimento saldate all'armatura. Le staffe devono essere sempre chiuse e ben ancorate alle barre longitudinali.

- **Copriferro e interferro**

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Per le strutture in c.a. si deve prevedere la realizzazione dei copriferri mediante l'utilizzo di opportuni distanziatori che garantiscano la superficie più esterna delle barre, comprese le staffe, e la superficie delle casseforme.

Qualora non diversamente indicato in progetto, e comunque nel rispetto dei requisiti statici e dei requisiti di resistenza al fuoco eventualmente prescritti, i copriferri non dovranno essere inferiori a quelli prescritti da normativa.

I copriferro maggiori di 2 cm richiedono opportuni provvedimenti intesi a evitare il distacco (per esempio reti).

Ove sussistessero dubbi sull'esatto posizionamento delle armature nei getti eseguiti, la DL può prescrivere l'indagine sul posizionamento mediante apparecchiature per prove non distruttive. In caso di utilizzo di rete di armatura, questa deve essere disposta a profondità della superficie finita pari a un terzo dello spessore del solaio e in ogni caso non maggiore di 8 cm.

Nella posa della rete si deve avere l'avvertenza che i pannelli non siano deformati, in modo che venga rispettato un piano di posa orizzontale, e che siano disposti cavalletti metallici di distanziamento che impediscano alla rete di affondare nel calcestruzzo.

Ad eccezione degli incroci delle travi in corrispondenza degli appoggi, le superfici dei ferri dovranno essere mutuamente distanziate in ogni direzione (interferro) di almeno un diametro dei ferri medesimi, e in ogni caso non meno di 2 cm.

- **Ancoraggi e giunzioni**

Gli ancoraggi delle barre devono essere eseguiti in conformità al progetto ed alla normativa vigente.

Le giunzioni delle barre, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione e secondo le prescrizioni per i vari casi previste dal D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i.

#### 1.2.6. *Normative applicabili*

Si intendono applicate le seguenti norme:

- D.M. del 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 617 /09 relativa al D.M. 14/1/08 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale emanate dal Consiglio Superiore dei lavori pubblici
- UNI EN 1992-1-1:2005 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-1:2005 - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 10080:2005 – Acciaio per cemento armato - Acciaio saldabile per cemento armato – Generalità.
- UNI EN ISO 3766:2005 - Disegni di costruzione - Rappresentazione semplificata delle armature del calcestruzzo.
- UNI EN ISO 9001: 2008 - Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti.
- UNI EN ISO 15630-1:2004 - Acciaio per calcestruzzo e calcestruzzo armato precompresso – Metodi di prova – Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato.
- UNI EN ISO 17660-1:2007 - Saldatura- Saldatura degli acciai d'armatura - Parte 1: giunti  
saldati destinati alla trasmissione del carico.
- UNI EN ISO 17660-2:2007 - Saldatura- Saldatura degli acciai d'armatura - Parte 2: Giunti saldati non destinati alla trasmissione del carico.
- EN 13670:2009 - Execution of concrete structure. Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.



INDICE

**V – Porte e Portoni tagliafuoco in Galleria**

<b>1. PORTE TAGLIAFUOCO .....</b>	<b>2</b>
1.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
1.2. LUOGO E MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO .....	2
1.3. CARATTERISTICHE TECNICHE .....	3
1.4. PRESTAZIONI.....	4
1.5. DICHIARAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO .....	5
1.6. GARANZIA.....	6
<b>2. PORTONI TAGLIAFUOCO .....</b>	<b>7</b>
2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
2.2. LUOGO E MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO .....	7
2.3. CARATTERISTICHE TECNICHE .....	8
2.4. PRESTAZIONI .....	9
2.5. DICHIARAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO .....	10
2.6. GARANZIA.....	11

## 1. PORTE TAGLIAFUOCO

### 1.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI 9723 Serramenti e chiusure tagliafuoco
- UNI EN 1026 per permeabilità all'aria e classificazione secondo la UNI EN 12207 e UNI EN 14351
- UNI EN 1027 per tenuta all'acqua e classificazione secondo la UNI EN 12208
- UNI EN 12211 resistenza al carico del vento e classificazione secondo la UNI EN 12210
- UNI EN 948 resistenza alla torsione statica e classificazione secondo la UNI EN 13501
- EN 10088, EN 1634-1, EN 13501-1, EN 10204, EN 179, EN 1125 per equipaggiamento della porte

### 1.2. LUOGO E MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO

La porta verrà installata nei Bypass carrabili della gallerie autostradali per garantire la compartimentazione al fuoco e garantire la fuga.

La funzione è di rimanere sempre chiusa ed aprirsi mediante maniglione antipánico in caso di emergenza nella corretta direzione della via di fuga.

### 1.3. CARATTERISTICHE TECNICHE

Le porte tagliafuoco REI 120 hanno le seguenti caratteristiche:

#### **Dimensioni**

Dim.Luce passaggio [mm]: 900 x 2100

#### **Telaio**

La porta sarà costituita da telaio portante in profilati in lamiera di acciaio pressopiegato a "Z" (6 pieghe di snervamento), munito di guarnizione termoespandente per tenuta ai fumi caldi, fissata al telaio tramite adesivo ad altissima aderenza, protetta da lamierino per tenuta al fumo e resistente alle alte temperature.

I montanti laterali saranno corredati di nr. 4 fissaggi (zanche o tasselli) per lato, traverso superiore ad incastro con i montanti tramite squadro fissati mediante viti.

Distanziatore a pavimento (da rimuovere dopo la posa in opera).

Trattamento protettivo mediante zincatura elettrolitica. Il profilo deve essere privo di inneschi di corrosione dovuto a saldature, pertanto eventuali superfici saldate dovranno essere protette con trattamento di zincatura a caldo o elettrolitica.

#### **Battente**

Il battente sarà costituito da lamiera zincata per piegature a freddo pressopiegata, scatolata, tamburata, con pacco interno coibente ad alta densità, incollato alle lamiere del battente onde formare un pannello monolitico di elevata compattezza e resistenza.

Protezione superficiale mediante zincatura elettrolitica, e successiva verniciatura mediante polveri epossipoliestere con cottura a forno.

La porta dovrà avere battuta sui tre lati pertanto non sarà reversibile.

#### **Cerniere**

Due cerniere speciali tipo DIN antincendio con boccola reggispinta di cui due portanti e uno centrale con perno a molla interno tarabile per la chiusura automatica della porta antincendio. Le cerniere dovranno essere sottoposte a trattamento di zincatura successivo alle eventuali saldature al fine di evitare inneschi di corrosione dovuto alle saldature. Le cerniere dovranno essere sostituibili in caso di anomalo logorio o

corrosione. Tra le due cerniere dovranno essere interposti idonei rostri fissi di ancoraggio a porta chiusa.

### **Maniglie e Maniglioni**

Maniglione antipanico tipo push bar di conformazione antinfortunistica contro agganci accidentali posizionato nel lato di accesso della via di fuga.

Maniglia di conformazione antinfortunistica contro agganci accidentali, con anima in acciaio e rivestimento plastico colore nero lato opposto alla via di fuga.

### **Chiudiporta**

Richiusura mediante chiudiporta aereo.

### **Serratura**

Con una chiave di serie tipo patent una mandata.

### **Finitura**

La porta sarà rifinita con verniciatura telaio con polveri epossipoliestere polimerizzate in forno, colore RAL da definirsi a cura della D.L.

### **Targhetta**

La targhetta di contrassegno con matricola dovrà riportare le norme del produttore, anno di fabbricazione, ente certificante, numero del certificato di prova, classe di resistenza al fuoco, nr. lotto di fabbricazione.

### **Equipaggiamento**

L'equipaggiamento della porta dovrà essere con marcatura CE e comunque rispondente alle norme EN 10088, EN 1634-1, EN 13501-1, EN 10204, EN 179, EN 1125

## **1.4. PRESTAZIONI**

### **Resistenza meccanica**

Porte e portoni tagliafuoco dovranno supportare un carico accidentale orizzontale dovuto allo spostamento d'aria in concomitanza del passaggio dei mezzi pesanti, pari a +/- 1.000Pa in 0,3sec, con cicli ogni 30 secondi.

### **Resistenza al fuoco REI 120**

Le porte dovranno avere resistenza al fuoco di classe "REI" pari a 120 minuti, atta a conservare sotto l'azione del fuoco, per 120 min, la resistenza meccanica, la tenuta a fiamme, a gas e a fumi e l'isolamento termico.

### **Resistenza agenti chimici**

Le porte dovranno possedere idonea resistenza agli agenti chimici ed aggressivi (es. gas di scappamento dei veicoli a motore, sali di scongelamento neve, polvere della strada, acque alcaline, pulitura ad alta pressione 6-7bar, umidità fino al 100%, temperatura ambiente variabile fra 0 e +30°C, ecc.)

#### **Resistenza permeabilità all'aria**

Le porte dovranno essere a tenuta stagna, con perdite contenute entro 0,15mc/s.

### **1.5. DICHIARAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO**

Le Porte tagliafuoco dovranno essere corredate da tutta la documentazione attestante le caratteristiche di resistenza al fuoco secondo quanto previsto dalla circolare n°515/14101 del 24/04/08 e dal DPR. 151 08/2011 art.4 comma2, art. 2 comma7 e art. 11 comma1 in particolare:

I serramenti tagliafuoco REI 120 dovranno essere dichiarati con mod. DICH. PROD.-2008 redatto e compilato da libero professionista abilitato nel quale si attesta che **“avendo preso visione delle informazioni e delle procedure fornite dal fornitore/produttore dei prodotti impiegati, avendo verificato la corretta posa in opera dei prodotti stessi dichiara che i prodotti impiegati rispondono alle prestazioni richieste”**.

Tale dichiarazione si intende a carico dell'impresa, a sua volta l'impresa si fa carico di fornire a tale professionista tutte le certificazioni REI 120 necessarie, la documentazione allegata dovrà essere almeno la seguente:

- a) **Prodotti omologati:** dichiarazione di conformità e dichiarazione di corretta posa;
- b) **Prodotti marcati CE:** copia dell'etichettatura (o dichiarazione di conformità CE o certificazione di conformità CE redatte secondo le indicazioni riportate in allegato alla norma armonizzata di riferimento), documentazione di accompagnamento alla marcatura CE (riportante le caratteristiche prestazionali e le eventuali particolari condizioni per l'impiego del prodotto) e dichiarazione di corretta posa in opera;
- c) **Prodotti classificati per la reazione al fuoco non ricadenti nei casi a) e b):** copia del certificato di prova ai sensi dell'art. 10 del D M. 26/06/1984 e dichiarazione di corretta posa in opera;



d) **Prodotti classificati per la resistenza al fuoco o che contribuiscono alla resistenza al fuoco di elementi strutturali non ricadenti nei casi a) e b):** mod. CERT.REI.-2008 e dichiarazione di corretta posa in opera.

#### **1.6. GARANZIA**

I portoni tagliafuoco dovranno essere garantiti per 5 anni tenuti conto i presupposti di luogo di installazione, modalità di funzionamento e prestazioni a cui sono sottoposti fermo restando che la manutenzione ordinaria avvenga secondo i corretti canoni.

Dovrà essere prevista la possibilità di estendere tale garanzia a 5+5 anni a fronte di una manutenzione straordinaria da effettuarsi alla scadenza del decimo anno.

## 2. PORTONI TAGLIAFUOCO

### 2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI 9723 serramenti e chiusure tagliafuoco
- UNI EN 1026 per permeabilità all'aria e classificazione secondo la UNI EN 12207 e UNI EN 14351
- UNI EN 1027 per tenuta all'acqua e classificazione secondo la UNI EN 12208
- UNI EN 12211 resistenza al carico del vento e classificazione secondo la UNI EN 12210
- UNI EN 948 resistenza alla torsione statica e classificazione secondo la UNI EN 13501
- EN 10088, EN 1634-1, EN 13501-1, EN 10204, EN 179, EN 1125 per equipaggiamento delle porte

### 2.2. LUOGO E MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO

Installati nei bypass della galleria per garantire la compartimentazione al fuoco e garantire la fuga.

Il portone verrà installato nei Bypass carrabili della gallerie autostradali per garantire la compartimentazione al fuoco delle canne; il funzionamento è da considerarsi con portone costantemente chiuso, l'apertura dello stesso viene effettuato solo in due casi:

- dal personale autorizzato con specifica formazione a seguito emergenza sopravvenuta,
- dal personale autorizzato con specifica formazione a seguito necessità di manutenzione,

Le modalità di funzionamento di cui sopra e la collocazione del portone richiedono inevitabilmente una soluzione di blocco ante con catenacci alto-basso di grandi dimensioni comandati da cariglioni centrali e una movimentazione manuale delle ante sia in apertura che in richiusura.

Tali cariglioni saranno impiegati anche a portone aperto per fornire un robusto fermo delle ante e quindi evitare che queste vengano richiuse violentemente al passaggio di automezzi.

Il peculiare uso dei portoni che viene fatto, giustifica la mancanza dell'autochiusura ma costituisce un elemento di deroga alla soluzione certificata, senza per questo far venire meno la resistenza antincendio, anzi la presenza dei cariglioni costituisce un rafforzamento della resistenza al fuoco.

### 2.3. CARATTERISTICHE TECNICHE

I portoni scorrevoli tagliafuoco REI 120 hanno le seguenti caratteristiche:

#### **Tipologia e Dimensioni**

Il portone sarà composto da due ante battenti di uguali dimensioni atte a fornire una dimensione netta di passaggio totale di Dim.Luce passaggio [mm]: 3500x4000.

#### **Telaio**

Il telaio del portone sarà realizzato in profilato tubolare con sagoma esterna ad "L" idoneo per la posa in luce, guarnizione termoespandente per tenuta ai fumi caldi fissata al telaio tramite adesivo ad altissima aderenza.

Montanti laterali corredati di un numero adeguato di fissaggi (zanche o tasselli) per lato, traverso superiore ad incastro con i montanti tramite squadro fissati mediante viti.

Trattamento protettivo mediante zincatura elettrolitica, tutte le saldature eseguite per le connessioni angolari ed in corso d'opera dovranno essere ritoccate con zincante a freddo, previa pulizia della superficie, e poi coperte con vernice simile al colore del serramento.

#### **Battente**

Il battente sarà in lamiera zincata per piegature a freddo pressopiegata, scatolata, tamburata, con pacco interno coibente ad alta densità, incollato alle lamiere del battente onde formare un pannello monolitico di elevata compattezza e resistenza.

Protezione superficiale mediante zincatura elettrolitica, e successiva verniciatura mediante polveri epossipoliestere con cottura a forno.

Il portone NON E' REVERSIBILE (battuta su tre lati).

#### **Cerniere**

Le cerniere dovranno essere sostituibili in caso di anomalo logorio o corrosione, senza bisogno di saldatura.

### **Maniglie**

Maniglia ad incasso su entrambe i lati con conformazione antinfortunistica contro agganci accidentali.

### **Serratura**

Con una chiave di serie una mandata.

Sistema di tenuta in chiusura mediante doppio cariglione alto-basso in acciaio zincato.

### **Targhetta**

La targhetta di contrassegno con matricola dovrà riportare le norme del produttore, anno di fabbricazione, ente certificante, numero del certificato di prova, classe di resistenza al fuoco, nr. lotto di fabbricazione.

### **Finitura**

Il portone sarà rifinito con verniciatura epossipoliestere polimerizzate in forno, colore RAL da definirsi a cura della D.L.

### **Opzione con porta per uscita di sicurezza inserita nell'anta**

Nel caso in cui è previsto a progetto l'inserimento di porta per uscita di sicurezza all'interno dell'anta del portone dovranno essere utilizzate tutte le accortezze per irrobustire verticalmente ed orizzontalmente l'anta del portone in corrispondenza del foro della porta, inoltre andranno ricostituite le condizioni per la corretta installazione della stessa per poter garantire le condizioni di garanzia della caratteristica di resistenza al fuoco REI 120 e delle prestazioni richieste sia per il portone che per la porta.

Per la porta si rimanda alle specifiche di competenza.

## **2.4. PRESTAZIONI**

### **Resistenza meccanica**

I portoni tagliafuoco dovranno supportare un carico accidentale orizzontale dovuto allo spostamento d'aria in concomitanza del passaggio dei mezzi pesanti, pari a +/- 1.000Pa in 0,3sec, con cicli ogni 30 secondi.

### **Resistenza al fuoco REI 120**

Il portone dovrà avere resistenza al fuoco di classe "REI" pari a 120 minuti, atta a conservare sotto l'azione del fuoco, per 120 min, la resistenza meccanica, la tenuta a fiamme, a gas e a fumi e l'isolamento termico.

### **Resistenza agenti chimici**

Le porte dovranno possedere idonea resistenza agli agenti chimici ed aggressivi (es. gas di scappamento dei veicoli a motore, sali di scongelamento neve, polvere della strada, acque alcaline, pulitura ad alta pressione 6-7bar, umidità fino al 100%, temperatura ambiente variabile fra 0 e +30°C, ecc.)

#### **Resistenza permeabilità all'aria**

Le porte dovranno essere a tenuta stagna, con perdite contenute entro 0,15mc/s.

### **2.5. DICHIARAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO**

I portoni tagliafuoco dovranno essere corredate da tutta la documentazione attestante le caratteristiche di resistenza al fuoco secondo quanto previsto dalla circolare n°515/14101 del 24/04/08 e dal DPR. 151 08/2011 art.4 comma2, art. 2 comma7 e art. 11 comma1 in particolare:

I serramenti tagliafuoco REI 120 dovranno essere dichiarati con mod. DICH. PROD.-2008 redatto e compilato da libero professionista abilitato nel quale si attesta che **“avendo preso visione delle informazioni e delle procedure fornite dal fornitore/produttore dei prodotti impiegati, avendo verificato la corretta posa in opera dei prodotti stessi dichiara che i prodotti impiegati rispondono alle prestazioni richieste”**.

Tale dichiarazione si intende a carico dell'impresa, a sua volta l'impresa si fa carico di fornire a tale professionista tutte le certificazioni REI 120 necessarie, la documentazione allegata dovrà essere almeno la seguente:

- a) **Prodotti omologati**: dichiarazione di conformità e dichiarazione di corretta posa;
- b) **Prodotti marcati CE**: copia dell'etichettatura (o dichiarazione di conformità CE o certificazione di conformità CE redatte secondo le indicazioni riportate in allegato alla norma armonizzata di riferimento), documentazione di accompagnamento alla marcatura CE (riportante le caratteristiche prestazionali e le eventuali particolari condizioni per l'impiego del prodotto) e dichiarazione di corretta posa in opera;
- c) **Prodotti classificati per la reazione al fuoco non ricadenti nei casi a) e b)**: copia del certificato di prova ai sensi dell'art. 10 del D M. 26/06/1984 e dichiarazione di corretta posa in opera;

d) **Prodotti classificati per la resistenza al fuoco o che contribuiscono alla resistenza al fuoco di elementi strutturali non ricadenti nei casi a) e b):** mod. CERT.REI.-2008 e dichiarazione di corretta posa in opera.

## 2.6. GARANZIA

I portoni tagliafuoco dovranno essere garantiti per 5 anni tenuti conto i presupposti di luogo di installazione, modalità di funzionamento e prestazioni a cui sono sottoposti fermo restando che la manutenzione ordinaria avvenga secondo i corretti canoni.

Dovrà essere prevista la possibilità di estendere tale garanzia a 5+5 anni a fronte di una manutenzione straordinaria da effettuarsi alla scadenza del decimo anno.

**INDICE****Z – Media Tensione in Itinere**

<b>1. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CARATTERISTICHE AMBIENTALI.....</b>	<b>8</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DELLA RETE ELETTRICA.....</b>	<b>9</b>
3.1 RETE DI M.T .....	9
<b>4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>5. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELLA FORNITURA .....</b>	<b>13</b>
5.1 CARATTERISTICHE GENERALE .....	13
<b>6. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE .....</b>	<b>15</b>
6.1 INTERRUTTORI .....	15
6.2 SEZIONATORI .....	16
6.3 TRASFORMATORI DI MISURA .....	16
6.3.1 <i>Trasformatori di corrente (TA)</i> .....	16
6.3.2 <i>Trasformatore di corrente a cavo passante</i> .....	17
6.3.3 <i>Trasformatori di tensione</i> .....	17
6.3.4 <i>Complessi capacitivi per rilevazione presenza tensione</i> .....	18
6.4 RELÈ DI PROTEZIONE .....	19
6.4.1 <i>Generalità</i> .....	19
6.4.2 <i>Tipologia dei relè di protezione</i> .....	19
<b>7. TIPOLOGIA DELLE UNITÀ.....</b>	<b>21</b>
7.1 UNITÀ DI ARRIVO COSTITUITA DA: .....	21
7.2 UNITÀ PARTENZA PER TRASFORMATORE COSTITUITA DA: .....	22
7.3 UNITÀ TV COSTITUITA DA: .....	22
7.4 UNITÀ DI ARRIVO LINEA CON INTERRUTTORE PER QUADRI INSERITI SU ANELLO A 15-20kV COSTITUITO DA:.....	23
<b>8. CARATTERISTICHE AMBIENTALI.....</b>	<b>24</b>
<b>9. CARATTERISTICHE DELLA RETE ELETTRICA.....</b>	<b>26</b>
9.1 RETE DI M.T. ....	26



9.2	RETE DI B.T. ....	26
<b>10.</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>27</b>
<b>11.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELLA FORNITURA .....</b>	<b>27</b>
11.1	CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI .....	27
11.2	RILEVAZIONE CORRENTE DI TERRA LATO BT .....	29
<b>12.</b>	<b>CARATTERISTICHE AMBIENTALI.....</b>	<b>30</b>
<b>13.</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>31</b>
<b>14.</b>	<b>CARATTERISTICHE DELLA RETE ELETTRICA.....</b>	<b>33</b>
<b>15.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELLA FORNITURA .....</b>	<b>35</b>
<b>16.</b>	<b>CAVI DI BT PER CIRCUITI DI POTENZA TIPO FG7(O)M1.....</b>	<b>36</b>
<b>17.</b>	<b>CAVI DI B.T PER CIRCUITI DI POTENZA TIPO FTG10(O)M1.....</b>	<b>37</b>
<b>18.</b>	<b>CAVI UNIPOLARI SENZA GUAINA PER CIRCUITI LUCE E PRESE</b>	<b>38</b>
<b>19.</b>	<b>ACCORGIMENTI PER LIMITARE LA PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO NELLE CONDUTTURE ELETTRICHE .....</b>	<b>40</b>
19.1	CAVI RAGGRUPPATI IN FASCI .....	40

## 1. Norme di riferimento

Il progetto, le prestazioni, il collaudo e le caratteristiche delle apparecchiature, i materiali elettrici e le strutture meccaniche, dovranno essere conformi alle ultime edizioni delle Norme CEI, UNI, IEC CIE e altre eventuali normative emesse alla data della stipulazione del Contratto. Il valore legale di queste Norme Tecniche è stato sancito con le Leggi:

- 1 marzo 1968 n.186 artt.1-2

- 22 gennaio 2008 n. 37

Qui di seguito sono elencate le principali normative di riferimento per la fornitura. Queste norme dovranno essere integrate, eventualmente, con ulteriori atti legislativi e con normative CEI ed UNI specifiche di più recente pubblicazione.

La progettazione e la costruzione del sistema, oggetto della presente relazione, devono essere realizzate conformemente a quanto previsto dalle:

UNI EN ISO 9001 Controllo qualità

CEE73/ 23 , modificato dalla 93/68 – direttiva B.T.

CEE 89/336 (modificata dalle 93/68 e 93/31) in materia di Certificazione della compatibilità elettromagnetica.

Certificazioni di conformità e marcatura per tutti i quadri elettrici è richiesta la relativa Dichiarazione di Conformità.

Legge 18-10-77 n° 791 e legge 5-3-90 n° 45- Decreto Legislativo 25-11-1996

“I componenti elettrici da impiegare nella costruzione degli impianti devono essere muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme di uno dei Paesi della Comunità Economica Europea.”

D.M. 23 Luglio 1979 (G.U. nr. 19/21-1-80) : Designazione degli organismi incaricati a rilasciare certificati e marchi ai sensi della legge 18 ottobre nr.791

Marchio ENEC ( European Norms Electrical Certification) in alternativa al IMQ



Tutti i componenti elettrici utilizzati nella fabbricazione dell'apparecchiatura in oggetto dovranno comunque avere la marcatura CE in ottemperanza alla legge 18-10-1977 n° 791 relativa alla “Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità Europea (n° 72 /73 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro i limiti di tensione specificate”

Legislazione generale sugli impianti e materiali d'installazione

LEGGE	DENOMINAZIONE
Legge 1 marzo 1968, n.186	“Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici”
Direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989	Riguardante il riavvicinamento della legislazione degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica.
D.L. 493 DEL 14-08-96	Attuazione della direttiva CEE n.92/58 concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro
D.L. 4 dicembre 1992, n. 476 (S.O.G.U. 9 dicembre 1992, n. 289	Inquinamento elettromagnetico Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di riavvicinamento della legislazione degli stati membri relativi alla compatibilità elettromagnetica (EMC) modificata dalla direttiva 92/31/ CEE del Consiglio del 24 aprile 1992
D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81	Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
	Attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici



D.Lgs. 22 gennaio 2008 n. 37 (ex Legge 46/90)	
DPR 8 giugno 1982	Attuazione delle direttiva (CEE) n 77/576 .....in materia di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro e della direttiva (CEE) n 79/640 che modifica gli allegati della direttiva suddetta
DPR 16 maggio 1987 n. 246 art.5	Norme di sicurezza antincendio. Art.5 – impianti elettrici
D.M. 23 Luglio 1979 (G.U. nr. 19/21-1-80):	Designazione degli organismi incaricati a rilasciare certificati e marchi ai sensi della legge 18 ottobre nr.791
CNR-UNI 10003	Sistema internazionale di unità
CEI 64 -8 / 1 - Fascicolo 1916 (1992)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in ca e 1500Vcc  Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali
CEI 64 -8 / 2 - Fascicolo 1917 (1992)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in ca e 1500Vcc  Parte 2: definizioni
CEI 64 -8 / 3 - Fascicolo 1918 (1992)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in ca e 1500Vcc  Parte 3: caratteristiche generali
CEI 64 -8 / 4 - Fascicolo 1919 (1992)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in ca e 1500Vcc  Parte 4: prescrizioni per la sicurezza
CEI 50-11	Prove relative ai rischi di incendio – Parte 2° - metodi di prova . 2.1 – Prova del filo incandescente . 2.2 – Prova di fiamma con ago.



Normative tecniche sugli impianti e materiali d'installazione

NORMA	DENOMINAZIONE
CEI 64-8 / 5 - Fascicolo 1920 (1992)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in ca e 1500Vcc Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici
CEI 64 -8 / 6 - Fascicolo 1921 (1992)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in ca e 1500Vcc Parte 6: verifiche
CEI 64 -8 / 7 - Fascicolo 1922 (1992)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in ca e 1500Vcc Parte 7: ambienti e applicazioni particolari
EN 60439 -1	-“ Apparecchiature assiemate di protezione per bassa tensione Parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AN) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove non di tipo
CEI EN 61082	Preparazione dei documenti utilizzati in elettrotecnica
CEI 20-20 Fasc.1345 (1990)	Cavi isolati in PVC con tensione non superiore a 450 / 750V
CEI 20-22 Fasc.1025 (1987)	Prova dei cavi non propaganti l'incendio.
CEI 20-35 Fasc.688 (1984)	Prova dei cavi non propaganti la fiamma.
CEI 20-36 (IEC 331)	Cavi resistenti al fuoco
CEI 20-37	Cavi a ridotto sviluppo di fumi opachi e gas tossici e corrosivi
CEI 20-38	Cavi con isolamento elastometrico a ridotta emissione di gas tossici e corrosivi e opachi
CEI 11-17 (1997-07)	Impianti di produzione e distribuzione di energia elettrica: Linee in cavo



CEI 23-5	Prese a spina per usi domestici
CEI 23-12 Fasc. 1936E+1940E CEI EN 60309	Prese a spina per usi industriali
CEI 23-51 – Marzo 1996	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI 23-16	Prese a spina di tipi complementari per usi domestici
CEI 23-25 Fascicolo 1176 (1989)	Tubi per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali
CEI 23-22	“Canalette portacavi di materiale plastico per cavi elettrici”
CEI 23-32	Canali portacavi in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi per soffitto e parete
CEI 23-26 (1968)	Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e similari
CEI 23-28 Fascicolo 1177 (1989)	Tubi per installazioni elettriche. Parte 2: Norme particolari per tubi. Sez.1 – tubi metallici
CEI 23-14 (1978)	Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori
CEI 23-8 Fascicolo 335 (1973)	Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori
CEI 23-39 (1994)	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

## 2. CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Clima	continentale
- Altitudine	< 1000 m. s.l.m.
- Ambiente d'installazione	Tipo industriale
- Grado di inquinamento (CEI EN 60439 art. 6.1.2.3)	31
- Temperatura minima all'esterno	-15°C (meno quindici)
- Temperatura minima interna cabine	-5°C (meno cinque)
- Temperatura max	+ 40° C
- Temperatura max. media nelle 24 ore	+35°C

---

<sup>1</sup>**Grado di inquinamento o di polluzione** (norme EN 60439-1 art. 6.1.2.3)

Il grado di inquinamento o polluzione è il numero convenzionale basato sulla quantità di polvere conduttiva o idroscopica, di gas ionizzato o di sali, sull'umidità relativa e sulla frequenza che produce assorbimento o condensazione di umidità, fenomeno che comporta la riduzione della rigidità dielettrica e/o della resistività superficiale. Il grado di inquinamento o polluzione qui considerato è quello dell'ambiente che circonda le distanze in aria e superficiali fra parti a diverso potenziale.

Le distanze d'isolamento in aria e superficiali vengono assegnate in funzione al grado d'inquinamento.

Si distinguono quattro gradi d'inquinamento:

- **grado 1** - non c'è inquinamento o, se c'è, è di tipo secco non conduttivo;
- **grado 2** - presenza di inquinamento normale, di tipo non conduttivo. Occasionalmente si può tuttavia verificare una conduttività temporanea a causa della condensazione;
- **grado 3** - presenza di inquinamento conduttivo. E' il grado tipico delle applicazioni industriali;
- **grado 4** - l'inquinamento provoca conduttività persistente per effetto di polvere conduttrice, di pioggia o di neve



- Umidità relativa a + 40° C 60%
  
- Umidità relativa a + 20° C 90%
  
- Fenomeni di formazione di condensa per variazioni di temperatura
  
- Cabine elettriche non presidiate

### 3. CARATTERISTICHE DELLA RETE ELETTRICA

#### 3.1 Rete di M.T

Tensione di alimentazione da rete	15 - 20 kV
Tensione nominale di riferimento	
per tutte le apparecchiature di M.T	24 kV
Variazione di tensione	± 5 %
Frequenza	50Hz
Categoria del sistema elettrico	II 1

---

<sup>1</sup> **Tensione nominale Un** (CEI 64-8 art. 22.1)

Tensione per cui un impianto o una sua parte è stato progettato.

Nota: La tensione reale può differire dalla nominale entro i limiti di tolleranza permessi

In relazione alla loro tensione nominale i sistemi elettrici si dividono in:

sistemi di categoria 0 (zero), quelli a tensione nominale minore o uguale a 50V se a corrente alternata o a 120V se a corrente continua (non ondulata)

➤ sistemi di I categoria, quelli a tensione nominale da oltre 50V fino a 1000 V compresi se a corrente alternata o da oltre 120V fino a 1500 V se a corrente continua;

➤ sistemi di II categoria, quelli a tensione nominale oltre 1000V se a corrente alternata o oltre 1500 V se a corrente continua, fino a 30000V compreso;

➤ sistemi di III categoria, quelli a tensione nominale maggiore di 30000V



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

Potenza di corto circuito a 15kV	350 MVA
Corrente simmetrica di cto. cto.	12,5KA
Stato del neutro	Isolato
Corrente di primo guasto verso terra	100A

## 4. NORMATIVE di RIFERIMENTO

Principali Norme di riferimento per i quadri ed apparecchiature a M.T.

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

CEI EN 62271-200 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 kV

IEC 62271-200 A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

CEI EN 62271-100 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione

CEI EN 62271-102 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione

CEI EN 62271-105 Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 105: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata

CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione

CEI EN 60044 Trasformatori di misura

CEI EN 60265 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per alta tensione

CEI EN 60470 Contattori e avviatori basati su contattori in corrente alternata ad alta tensione

D.P.R. 547 del 237.04.1965 e successive modifiche

Per gli sganciatori di massima corrente a microprocessore, come pure gli altri relè elettronici installati nel quadro, deve essere garantita l'assenza di interventi intempestivi anche in presenza di disturbi provocati da apparecchiature elettroniche, da perturbazioni



atmosferiche o da scariche di natura elettrica. Inoltre non devono venire generati disturbi ad altre apparecchiature in prossimità del luogo d'installazione dei relè. Ciò in conformità alla normativa sulla compatibilità elettromagnetica (EMC

Compatibilità Elettromagnetica ( per relè di protezione)

IEC 947-2 Appendice F

IEC 1000-4

EN 5008-2

EN 61000-44

Direttiva Europea N° 46 del 12-12-92

## 5. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELLA FORNITURA

### 5.1 CARATTERISTICHE GENERALE

Quadri di distribuzione, con isolamento in SF<sub>6</sub>, costruiti e provati in fabbrica in conformità alle Norme CEI 17-6

Tensione nominale (U <sub>e</sub> )	24 kV
Tensioni di isolamento (U <sub>i</sub> )	50/125 kV
Tensione di tenuta a 50Hz per 1 minuto	50 kV (val. eff.)
Tensione di tenuta all'impulso	125 kV (val. di picco)
Corrente nominale delle sbarre	≥ 400 A
Corrente nominale derivazioni	≥ 200 A
Corrente di c.to c.to simmetrica	12,5 kA
Corrente di picco	2,5 x I <sub>k</sub> = 31,5 kA
Corrente nominale di breve durata 1s(I <sub>cw</sub> )	≥ 12,5 kA
Intervento delle protezioni per le partenze	
Max corrente 1 <sup>a</sup> soglia	0,8s
Max corrente 2 <sup>a</sup> soglia	Istantaneo
Max corrente di terra	100 A in 0,150s
Frequenza nominale	50 Hz ± 1%
Numero delle fasi	3
Involucro	metallico
Involucro del comparto isolato in SF <sub>6</sub>	in acciaio inox
Struttura metallica	in acciaio elettrozincato



Grado di protezione del quadro	≥ IP3X
Grado di protezione tra comparti	≥ IP2X
Interblocchi di sicurezza tra i vari organi di manovra	
Prova d'arco interno secondo Norme	CEI EN 60298 appendice AA
Corrente di prova per l'arco interno	16kA per 1s a 24kV
Tensione circuiti ausiliari	230V 50Hz
Sezione massima dei cavi unipolari in arrivo	95mm <sup>2</sup>
Tipo del cavo	RG7H1R 18/30kV
Terminali quadro tipo	Elastimold o equivalente
Dimensioni max approssimate (LxPxH)	500x 1100x2400mm
Installazione all'interno	addossato a parete
Possibilità d'installazione di scaricatori di sovratensione sui cavi d'arrivo linea, o entro il relativo pannello	

## 6. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE

### 6.1 Interruttori

Tipo	sottovuoto o in SF6
Tensione nominale (Ue)	24 kV
Tensione di funzionamento (Ub)	15kV
Corrente nominale	400 A
Potere di chiusura	50kA
Corrente nominale di breve durata 3s	20kA
Meccanismo di comando	manuale e motorizzato
Comando	ad accumulo di energia
Carica molle manuale	si
Possibilità di apertura e chiusura manuale	
Motore carica molle	230V 50Hz $\pm 10\%$
Sganciatore di chiusura	230V 50Hz $\pm 10\%$
Sganciatore di apertura	230V 50Hz $\pm 10\%$
sistema antipompaggio	si
contatti aux da cablare a morsettiera	4NA+4NC
Manipolatore Apre - Chiude sul pannello aux.	

## 6.2 Sezionatori

Tensione nominale (Ue)	24 kV
Corrente nominale	400 A
Potere di chiusura	50kA
Corrente nominale di breve durata 1s (Icw)	20kA
Manovra	manuale
Contatti ausiliari per ogni posizione	2NA+2NC
Blocchi a chiave	si

Per il sezionatore dell'arrivo linea dovrà essere previsto un blocco a chiave per la manovra di messa a terra,

## 6.3 Trasformatori di misura

### 6.3.1 Trasformatori di corrente (TA)

Isolamento a secco in resina	epossidica
Frequenza nominale	50Hz
Corrente di c.to c.to simmetrica trifase del sistema	12,5kA
Tensione di riferimento per l'isolamento	24kV
Tensione di prova a frequenza industr. per 1min.	50kV
Tensione di prova ad impulsi 1,2/50	125kV



Corrente nominale secondaria	5A
Corrente nominale termica di c.to c.to 0,5s (I <sub>th</sub> )	16kA
Sovraccaricabilità permanente	120% I <sub>pn</sub>
Fattore limite di precisione (F <sub>i</sub> )	10
Fattore di sicurezza (F <sub>s</sub> ) per misure	5
Esenti di scariche parziali secondo	IEC 44 - 4

### 6.3.2 *Trasformatore di corrente a cavo passante*

Omologazione ENEL	DY 536
Installazione	interna
Tipo senza primario	da montare su cavo
Isolamento a secco	in resina
Impiego Rilevazione corrente di terra	
Corrente nominale secondaria	1
Corrente nominale termica di cto.cto(I <sub>thx1</sub> ”).	12,5kA
Corrente nominale dinamica (I <sub>din</sub> )	31,5 kA
Tensione di riferimento per l'isolamento	0,6kV
Tensione di prova a 50Hz per 1 minuto	3kV

### 6.3.3 *Trasformatori di tensione*

Isolamento a secco in resina	epossidica
Frequenza nominale	50Hz
Tensione di riferimento per l'isolamento	24kV
Tensione di prova a frequenza ind. per 1min.	50kV
Tensione di prova ad impulsi 1,2/50	125kV
Fattore di tensione (Ft)	1,2 Un
	1,9 Un x 8 ore
Tensione nominale primaria (Vpn)	$20:\sqrt{3}$ V
Tensione nominale secondaria	$100:\sqrt{3}$ V
Prestazione	50VA
Classe di precisione	0,5
Esenti di scariche parziali	secondo IEC 44-4

Per quadri inseriti sul sistema ad anello, i TV dovranno essere a doppio secondario con uno a triangolo aperto

#### 6.3.4 *Complessi capacitivi per rilevazione presenza tensione*

Dove previsto a schema saranno installati i complessi capacitivi per la segnalazione a fronte quadro della presenza della tensione

- Isolatori resina epossidica con condensatori ceramici incorporati
- Scatola di segnalazione contenente i condensatori di b.t. e presa tripolare
- Parte mobile con spina contenente lampade al neon e resistenze limitatrici
- Con valvole di tensione/limitatori di sovratensione :





L'apertura dell'interruttore dovrà comunque avvenire entro 100ms

Funzione 51N ( $I_{0>}$ ) massima corrente omopolare con intervento a tempo breve regolabile e/o istantaneo contro i guasti verso terra

Campo di taratura delle correnti  $I_0$  regolabili da 0,2.....1,7  $I_{0n}$

Tempo di intervento  $t_0$  regolabile da 0,04.....0,8 sec

Arrivo partenza per quadri inseriti sull'anello

Alcuni quadri sono inseriti su un sistema di distribuzione ad "anello". I relè di protezione sono in grado di sezionare la parte dell'anello soggetto a guasto, lasciando attivo il resto dell'impianto.

Particolarità dei relè di protezione

Tipo	digitale
Corrente nominale $I_n$	5 A oppure 1 A
Numero dei TA	2 o 3
TA per protezione guasti a terra (51N)	tipo toroidale
Alimentazione	230V 50Hz
Sovraccarico	$\geq 1,2 I_n$
Tensione nominale di isolamento	$\geq 500V$
Tensione di prova isolamento 50Hz 1min	2000V

Segnalazioni sul relè

Funzionamento regolare

Intervento protezione

Memoria intervento (starting)

Dispositivo di test

Uscite per:	comando bobina di apertura [1] segnalazione protez. Intervenuta [2]
Comando riarmo	locale / distanza / automatico
Normativa di riferimento	CEI 41-1 IEC 255

[1] Il contatto o, il circuito, di apertura interruttore dovrà avere potere di chiusura e apertura adeguato e considerando che la tensione di controllo è di 230V 50Hz.

Alla bobina di apertura dell'interruttore, farà capo anche i comandi di apertura delle protezioni del trasformatore e dei comandi operativi.

[2] il contatto di segnalazione di intervento delle protezioni deve attivare un relè a cartellino sistemato sul fronte del vano ausiliari

## 7. Tipologia delle unità

Le tipologie qui di seguito descritte possono essere variate nella loro composizione sulla base del tipo costruttivo che sarà adottato, fatte salve le caratteristiche tecniche e di sicurezza descritte alle voci precedenti

### 7.1 Unità di arrivo costituita da:

interruttore di manovra sezionatore

Sezionatore di messa a terra dell'arrivo con blocco a chiave, sblocco possibile solo con la chiave del sezionatore di messa a terra della corrispondente partenza sul quadro a monte .

n 1 TV e voltmetro

n 3 segnalatori di presenza tensione

### **7.2 Unità partenza per trasformatore costituita da:**

Sezionatore interbloccato con l'interruttore

Interruttore con comando motorizzato esecuzione rimovibile

Sezionatore di messa a terra del cavo di partenza interbloccato con l'interruttore e con il sezionatore a monte

n.2 TA per protezioni

n.1 TA per misura di corrente

n.1 TA toroidale per la protezione contro i guasti a terra

n.1 relè di protezione 50-51 tripolare

n.1 relè di protezione 51N

n 3 segnalatori di presenza tensione

### **7.3 Unità TV costituita da:**

Sezionatore

Terna di fusibili di protezione

TV a due secondari:

1. Tensione nominale primaria (Vpn)  $20:\sqrt{3}$  V

1. Tensione nominale secondaria  $100:\sqrt{3}$  V

Connessione a triangolo aperto

2. Tensione nominale primaria (Vpn) 20:3 V

2. Tensione nominale secondaria 100:3 V

n 3 segnalatori di presenza tensione

#### **7.4 Unità di arrivo linea con interruttore per quadri inseriti su anello a 15-20kV costituito da:**

Sezionatore di messa a terra del cavo di partenza interbloccato con l'interruttore e con il sezionatore a monte

Sezionatore ingresso linea

Interruttore con comando motorizzato esecuzione rimovibile

Sezionatore a valle dell'interruttore

n.3 TA per protezioni direzionale o a filo pilota contro le sovracorrenti

n.1 TA per misura di corrente

n.1 TA toroidale per la protezione contro i guasti a terra

n.1 relè di protezione 51N

n 3 segnalatori di presenza tensione

## 8. CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Clima	continentale
- Altitudine	< 1000 m. s.l.m.
- Ambiente d'installazione	Tipo industriale
- Grado di inquinamento (CEI EN 60439 art. 6.1.2.3)	3 <sup>1(1)</sup>
- Temperatura minima all'esterno (quindici)	-15°C (meno)
- Temperatura minima interna cabine (cinque)	-5°C (meno)
- Temperatura max	+ 40° C
- Temperatura max. media nelle 24 ore	+35°C
- Umidità relativa a + 40° C	60%

(1) <sup>1</sup> **Grado di inquinamento o di polluzione** (norme EN 60439-1 art. 6.1.2.3)

Il grado di inquinamento o polluzione è il numero convenzionale basato sulla quantità di polvere conduttiva o idroscopica, di gas ionizzato o di sali, sull'umidità relativa e sulla frequenza che produce assorbimento o condensazione di umidità, fenomeno che comporta la riduzione della rigidità dielettrica e/o della resistività superficiale. Il grado di inquinamento o polluzione qui considerato è quello dell'ambiente che circonda le distanze in aria e superficiali fra parti a diverso potenziale.

Le distanze d'isolamento in aria e superficiali vengono assegnate in funzione al grado d'inquinamento.

Si distinguono quattro gradi d'inquinamento:

- **grado 1** - non c'è inquinamento o, se c'è, è di tipo secco non conduttivo;
- **grado 2** - presenza di inquinamento normale, di tipo non conduttivo. Occasionalmente si può tuttavia verificare una conduttività temporanea a causa della condensazione;
- **grado 3** - presenza di inquinamento conduttivo. E' il grado tipico delle applicazioni industriali;
- **grado 4** - l'inquinamento provoca conduttività persistente per effetto di polvere conduttrice, di pioggia o di neve



- Umidità relativa a + 20° C 90%
  
- Fenomeni di formazione di condensa per variazioni di temperatura
  
- Cabine elettriche non presidiate

## 9. CARATTERISTICHE DELLA RETE ELETTRICA

### 9.1 Rete di M.T.

• Tensione di alimentazione da rete ENEL	15 o 20kV
• Tensione nominale di riferimento per tutte le apparecchiature di M.T	24 kV
• Variazione di tensione	± 5 %
• Frequenza	50Hz
• Categoria del sistema elettrico	II (1)
• Potenza di corto circuito a 15kV	350 MVA
• Corrente simmetrica di cto. cto.	12,5KA
• Stato del neutro	Isolato
• Corrente di primo guasto verso terra	100A

### 9.2 Rete di B.T.

• Tensione nominale (Un) (1)	230/400 V
• Categoria del sistema elettrico	II (1)
• Variazione di tensione	± 10%
• Frequenza nominale	50Hz
• Sistema primario	3ph + N

<sup>1</sup> Tensione nominale Un (CEI 64-8 art. 22.1)

Tensione per cui un impianto o una sua parte è stato progettato.

Nota: La tensione reale può differire dalla nominale entro i limiti di tolleranza permessi

In relazione alla loro tensione nominale i sistemi elettrici si dividono in:

sistemi di categoria 0 (zero), quelli a tensione nominale minore o uguale a 50V se a corrente alternata o a 120V se a corrente continua (non ondulata)

- sistemi di I categoria, quelli a tensione nominale da oltre 50V fino a 1000 V compresi se a corrente alternata o da oltre 120V fino a 1500 V se a corrente continua;
- sistemi di II categoria, quelli a tensione nominale oltre 1000V se a corrente alternata o oltre 1500 V se a corrente continua, fino a 30000V compreso;

- Neutro a terra
- Sistema di distribuzione (CEI 64-8 ) TN-S
- Categoria di sovratensione IV
- Tensione circuiti ausiliari (Uc) 230V

## 10. NORMATIVE di RIFERIMENTO

Principali Norme di riferimento per i trasformatori a secco

- CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco  
IEC 60076-1 Power transformer Part 1 - General  
IEC 60076-5 Power transformer Part 5  
CEI/IEC 60076-12 2008

## 11. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELLA FORNITURA

### 11.1 Caratteristiche tecniche generali

I trasformatori oggetto del presente scheda tecnica, dovranno essere costruiti per alimentazione a **15kV attuale e futuro 20kV**. Gli avvolgimenti primari dovranno pertanto essere costruiti con tale fine.

- Isolamento avvolgimenti resina
- Installazione interno entro box
- Grado di protezione del box IP23
- Potenza nominale a 40°C entro box ved. elaborati di progetto
- Servizio continuo
- Tensione primaria **15 e 20kV**
- N. fasi secondario 3+ N
- Prese per variazione del rapporto a vuoto lato 1° +/- 2 × 2,5%

- |   |     |                   |
|---|-----|-------------------|
| ➤ Tensione secondaria a vuoto   |     | 400/230 V         |
| ➤ Tensione di corto circuito a 75°C   |     | 6%                |
| ➤ Gruppo vettoriale   |     | Dyn11             |
| ➤ Classe d'isolamento Alta/Bassa  |     | F/F               |
| ➤ Sistema di raffreddamento   |     | AN ( Air Natural) |
| ➤ Livello d'isolamento avvolgimento primario                                    |     | 245kV             |
| ➤ Tensione di prova a frequenza industriale per 1 min: prim. / sec.             |     | 50/3 kV           |
| ➤ Tensione di prova ad impulso  |     | 125 kV            |
| ➤ Ruote bidirezionali   | n.4 |                   |
| ➤ Collegamenti esterni lato primario  |     | in cavo           |
| ➤ Isolatori passanti su MT parte fissa tipo equivalenti                         |     | Elastimold o      |
| ➤ Terminale a spina su MT parte mobile tipo equivalenti                         |     | Elastimold o      |
| ➤ Collegamenti esterni lato secondario  |     | in cavo           |
| ➤ Livello di rumore ad 1 m  |     | ≤ 60dB (A)        |
| ➤ Golfari di sollevamento   |     | n.4               |
| ➤ Ganci di traino   | n.4 |                   |
| ➤ Prese per la messa a terra  |     | n.2               |
| ➤ Termoresistenze Pt 100 su avvolgimenti  |     | n.3               |
| ➤ Cassetta morsettiera alla quale fanno capo i conduttori delle termoresistenze |     |                   |
| ➤ Centralina termometrica digitale, da fornire sciolta,                         |     |                   |
| ➤ Set di ventilazione per raffreddamento nuclei.                                |     |                   |

➤ Condizioni ambientali e comportamento all'incendio<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> **Norma CEI 14-8 Appendice B – “ Classi ambientali, climatici e di comportamento al fuoco.**

Classe E1 = Il trasformatore può essere soggetto a condensa occasionale (ad esempio quando il trasformatore non è alimentato); l'inquinamento è modesto;

Classe E2 = Il trasformatore è soggetto a consistente condensa o a intenso inquinamento ad una combinazione di entrambi i fenomeni

Classe C1 = installazione all'interno con temperatura minima di -5°C

Classe F1 = Classe per la quale è richiesta un'infiammabilità ridotta (auto estinguenza) e una emissione minima di sostanze tossiche e fumi opachi

I materiali ed i prodotti della combustione devono essere praticamente esenti da composti alogeni e dare solo un limitato contributo di energia termica ad un incendio esterno.

Classe F2 = Per mezzo di dispositivi particolari, il trasformatore deve essere atto a funzionare, per un tempo definito , quando investito da un incendio esterno. Dovranno essere rispettate anche le prescrizioni relative alla classe



- |   |                                     |           |
|---|-------------------------------------|-----------|
| ○ | Umidità e inquinamento              | classe E1 |
| ○ | Temperatura minima di funzionamento | classe C1 |
| ○ | Comportamento al fuoco              | classe F1 |

### **11.2 Rilevazione corrente di terra lato BT**

Sul collegamento centro stella-terra è previsto un trasformatore di corrente (TA) per la rilevazione della corrente di guasti verso terra sul lato BT.

## 12. CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Clima	continentale
- Altitudine	< 1000 m. s.l.m.
- Ambiente d'installazione	Tipo industriale
- Temperatura minima all'esterno	-20°C (meno venti)
- Temperatura minima interna cabine	-5°C (meno cinque)
- Temperatura max	+ 40° C
- Temperatura max. media nelle 24 ore	+35°C
- Umidità relativa a + 40° C	60%
- Umidità relativa a + 20° C	90%

## 13. NORME DI RIFERIMENTO

### NORME CEI

NORMA	DESCRIZIONE
CEI 20-13 (IEC 60502-1 p.q.a.)	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in G7, per tensioni di esercizio da 1 kV fino a 3 kV.
CEI 20-13 (IEC 60502-2 p.q.a.)	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in G7, per tensioni di esercizio da 6 kV fino a 30 kV.
CEI 20-14 (IEC 60502-1 p.q.a.)	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in PVC di qualità R2, per tensioni di esercizio da 1 kV fino a 3 kV.
CEI 20-16	Descrive la procedura di prova della determinazione delle scariche parziali per i cavi di media tensione.
CEI 20-19/1	Descrive le prove e i requisiti delle mescole armonizzate elastomeriche di isolanti e guaine.
CEI 20-19/2	Descrive i metodi di prova e i requisiti dei cavi armonizzati isolati in gomma, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-19/4	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in gomma sotto guaina di gomma o policloroprene, per servizio mobile, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-19/16	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in gomma sotto guaina di policloroprene, per servizio mobile, con tensione di esercizio fino a 450/750 V per immersione.
CEI 20-20/1	Descrive le prove e i requisiti delle mescole armonizzate in PVC di isolanti e guaine.
CEI 20-20/2	Descrive i metodi di prova e i requisiti dei cavi armonizzati isolati in PVC, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-20/3	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in PVC senza guaina, per posa fissa, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-20/5	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in PVC sotto guaina di PVC, per servizio mobile, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-20/7	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi unipolari senza guaina per temperatura di 90°C, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-20/12	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in PVC sotto guaina di PVC, per servizio mobile, per temperatura di 90°C, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-20/13	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi isolati in PVC sotto guaina di PVC, resistente all'olio, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-22/2 (CEI 20-22 II)	Descrive la procedura di prova della non propagazione dell'incendio per cavi disposti a fascio, con materiale non metallico di 5 o 10 kg/m.
CEI EN 50266-2-4 CEI 20-22/3-4 (CEI 20-22 III) IEC 60332-3-24 Cat. C	Descrive la procedura di prova della non propagazione dell'incendio per cavi disposti a fascio, con materiale non metallico di 1,5 l/m.
CEI 20-36/2-1 (IEC 60331-21)	Descrive la procedura e le prescrizioni di prova della resistenza al fuoco dei cavi con tensione di esercizio fino a 0,6/1 kV. Procedura senza shock meccanico.
CEI 20-37/4-0 (CEI 20-37/7)	Descrive la procedura di prova della determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi durante la combustione.
CEI 20-38/1	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi (senza alogeni), per tensioni di esercizio fino a 1 kV.
CEI 20-40 (HD 516)	Descrive la guida all'uso dei cavi elettrici, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
CEI 20-45	Descrive le prescrizioni costruttive, i metodi e i requisiti di prova dei cavi resistenti al fuoco, con tensione di esercizio di 1 kV.
CEI 20-48	Descrive le prescrizioni generali dei cavi isolati in EPR ad alto modulo per la distribuzione, con tensione di esercizio di 0,6/1 kV.
CEI 20-52	Descrive la procedura e i requisiti di prova della determinazione della quantità di piombo dei materiali non metallici dei cavi.
CEI 20-67	Descrive la guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio di 0,6/1 kV.
CEI EN 50200 CEI 20-36/4-0	Descrive la procedura di prova della resistenza al fuoco dei cavi aventi diametro fino a 20 mm. Procedura con shock meccanico.
CEI EN 50362 CEI 20-36/4-1	Descrive la procedura di prova della resistenza al fuoco dei cavi aventi diametro superiore a 20 mm. Procedura con shock meccanico.
CEI EN 50265-2-1, CEI 20-35/1-1 (CEI EN 60332-1-2) (IEC 60332-1 p.q.a.)	Descrive la procedura e i requisiti di prova della non propagazione verticale della fiamma sul singolo cavo.
CEI EN 50267-2-1, CEI 20-37/2-1 (IEC 60754-1 p.q.a.)	Descrive la procedura di prova della determinazione dei gas corrosivi (HCl) emessi dai materiali componenti i cavi durante la combustione.
CEI EN 50267-2-2 CEI 20-37/2-2	Descrive la procedura di prova per la determinazione del grado di acidità (corrosività) sui gas, emessi dai materiali componenti i cavi durante la combustione, mediante la misura del pH e della conducibilità.
CEI EN 50268-2, CEI 20-37/3-1 (IEC 61034-2)	Descrive la procedura di prova per la determinazione della densità del fumo emesso dai cavi sottoposti a combustione. (Trasmittanza ottica).

**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6****PROGETTO ESECUTIVO****Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti****TABELLE CEI UNEL**

<b>TABELLA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>UNEL 35024/1</b>	Fornisce la portata di corrente in regime permanente in aria per cavi elettrici aventi tensione di esercizio fino a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.
<b>UNEL 35026</b>	Fornisce la portata di corrente in regime permanente per posa interrata dei cavi elettrici aventi tensione di esercizio fino a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.
<b>UNEL 35027</b>	Fornisce la portata di corrente in regime permanente per posa in aria e interrata dei cavi elettrici di media tensione.
<b>UNEL 35368</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi tipo N07G9-K.
<b>UNEL 35369</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG100M1-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35370</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo RG100M1-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35371</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo FG100M1-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35375</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG7R-0,6/1 kV, FG7OR-0,6/1 kV, FG7OH1R-0,6/1 kV, FG7OH2R-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35376</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo U/RG7R-0,6/1 kV, U/RG7OR-0,6/1 kV, U/RG7OH1R-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35377</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo FG7OR-0,6/1 kV, FG7OH1R-0,6/1 kV, FG7OH2R-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35378</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo U/RG7OFR-0,6/1 kV, U/RG7OZR-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35379</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo U/RG7ONR-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35382</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG7M1-0,6/1 kV, FG7OM1-0,6/1 kV, FG7OH1M1-0,6/1 kV, FG7OH2M1-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35384</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo FG7OM1-0,6/1 kV, FG7OH1M1-0,6/1 kV, FG7OH2M1-0,6/1 kV.
<b>UNEL 35752</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi tipo N07V-K.
<b>UNEL 35755</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo N1VV-K, N1VC7V-K, N1VC4V-K.
<b>UNEL 35756</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo N1VV-K, N1VC7V-K, N1VC4V-K.
<b>UNEL 35757</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo N1VV-K unipolari.
<b>UNEL 36713</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi telefonici per interno tipo TR/R e TR/HR.
<b>UNEL 73665</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia per rotabili ferroviari, metropolitani, filotramviari e similari tipo FG19-450/750 V.
<b>UNEL 73666</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia per rotabili ferroviari, metropolitani, filotramviari e similari tipo FG200M3-0,85/1,5 kV.
<b>UNEL 73671</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per comandi e segnalazioni per rotabili ferroviari, metropolitani, filotramviari e similari tipo FFG200M3-300/300 V.
<b>UNEL 73673</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per comandi e segnalazioni per rotabili ferroviari, metropolitani, filotramviari e similari tipo FFG200H2M3-300/300 V.
<b>UNEL 73675</b>	Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia per rotabili ferroviari, metropolitani, filotramviari e similari tipo FG200M3-450/750 V.

## 14. CARATTERISTICHE DELLA RETE ELETTRICA

<b>BASSA TENSIONE</b>		
Tensione nominale d'impiego (Ue)	230/400 V	(CEI 64-8 art. 22.1)
Tensione nominale d'isolamento (Ui)	≥ 600V	
Frequenza nominale	50 Hz	
Categoria di sovratensione	IV	Vedi note
Categoria del sistema elettrico	I	
Corrente di corto circuito simmetrica presunta	30kA	
Corrente nominale di breve durata (Icw)	30kA x 1 sec	
Numero conduttori	3 FASI + NEUTRO	(L1-L2-L3-N- PE)
Sistema di distribuzione	TN-S	(CEI 64-8 art. 321.2.1)
Sistema di distribuzione, consegna EneC in BT	TT	

### [1] - Tensione nominale d'isolamento (Ui)

(CEI EN 60439 -1 art. 4.1.2 CEI 17-3 art. 4.1.2)

E' il valore della tensione che definisce il circuito e al quale fanno riferimento le prove di rigidità dielettrica, le distanze in aria e le distanze superficiali considerando il grado di inquinamento.

Se per un circuito non viene specificato il valore della tensione nominale di isolamento (Ui), si considera come Ui la più alta tensione nominale di impiego Ue; va da sé che si avrà sempre che: **Ui > Ue**

### (2) - Categorie di sovratensione

Ai fini del coordinamento dell'isolamento, ogni componente dell'impianto deve avere una tenuta ad impulso superiore alla sovratensione attesa nel punto d'installazione



. A tal fine l'impianto elettrico viene convenzionalmente suddiviso in quattro zone, corrispondenti a 4 categorie di sovratensione, secondo valori decrescenti:

Categoria IV, zona inizio impianto

Categoria III, a livello dei circuiti di distribuzione

Categoria II, a livello degli apparecchi utilizzatori

Categoria I, per livelli protetti in modo speciale.

## 15. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELLA FORNITURA

Le tipologie dei cavi per energia e segnalamento, da impiegare nel presente impianto saranno:

***FG7(O)MI (EX FG10(O)MI)*** per i cavi di potenza unipolare (multipolari) a Norme CEI 20-22 non propaganti l'incendio e *senza emissione di fumi e gas tossici e corrosivi* Norma CEI 20-37 e 20-38

***FTG100MI / 4*** per i cavi di potenza multipolari, a Norme CEI 20-22 non propaganti l'incendio, *senza emissione di fumi e gas tossici e corrosivi e resistenti al fuoco* Norma CEI 20-36 CEI 20-45

***FTG10MI / 4*** per i cavi di potenza unipolari, a Norme CEI 20-22 non propaganti l'incendio e *senza emissione di fumi e gas tossici e corrosivi* Norma CEI 20-37; e 20-38

***N07G9-K*** per cavi unipolari per interni e cablaggi a Norme CEI 20-37 e CEI 20-38 non propaganti l'incendio e *senza emissione di fumi e gas tossici e corrosivi*;

***N1VV-K*** per cavi ausiliari multipolari a Norme CEI 20-22 non propaganti l'incendio;

***N1VC4V- K*** per cavi ausiliari multipolari schermati a Norme CEI 20-22 non propaganti l'incendio;

***N07V-K*** cavi di potenza unipolari senza guaina installati entro canalizzazioni con grado di protezione IP4X;

## 16. Cavi di BT per circuiti di potenza tipo FG7(O)M1

Cavi elettrici uni polari e multi polari per energia di BT. e segnalamento, adatti per l'installazione all'esterno per posa fissa *senza emissione di fumi e gas tossici e corrosivi* Norma CEI 20-37 e 20-38 <sup>1</sup>

- conduttori	corda flessibile di rame
- tensione d'isolamento (CEI 20-40)	$U_0/U = 0,6/1kV$
- tensione di esercizio	400/230V
- tensione di prova	4kV in c.a
- temperatura massima di esercizio	90°C
- temperatura massima di cto. cto.	250°C
- temperatura minima di posa	$\leq 0^\circ C$
- isolante	gomma EPR ad alto modulo
- guaina	termoplastica speciale di qualità M1
- caratteristiche della guaina	a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi
- designazione per cavi multi polari	FG7OM1/4

<sup>1</sup> **Cavi a ridottissimo sviluppo di fumi opachi e gas tossici e corrosivi.**

La Norma CEI 11-17 identifica con caratteristiche di bassa emissione di fumi, di gas tossici e corrosivi, rimandando alle relative norme CEI 20-37 per le tipologie di prova e alla CEI 20-38 per le caratteristiche costruttive.

(\*\*) La norma CEI 20-22, che contraddistingue le prove per cui i cavi non siano propaganti l'incendio, si dividono in due parti, come da tabella:

Condizioni di prova  
CEI 20-22 II  
CEI 20-22 II  
Lunghezza dei campioni di cavo  
4,5 m  
3,5 m  
Peso unitario del materiale non metallico del cavo  
10 kg/m  
1,5 dm<sup>3</sup> / m  
Tracce di combustione dal bordo del bruciatore  $\leq$   
3,5 m  
2,5 m

Il capitolo II della norma prevede che siano oggetto della prova, campioni di cavo lunghi 4,5 m, aventi non meno di 10kg/m di materiale non metallico, le tracce di combustione non devono superare 3,5m dal bordo del bruciatore.

Per quanto riguarda i cavi con tensione nominale inferiore a 0,6/1kV, privi di rivestimento protettivo che non siano isolati in PVC, il materiale non metallico non deve essere meno di 5kg/m

- designazione per cavi uni polari FG7M1/4
- Individuazione delle anime a tabella CEI Unel 00722
  
- marcatura con stampigliatura ad inchiostro speciale :
  - CEI 20-22 III (\*\*)
  - CEI 20-38
  - IEMMEQU

*NOTE : Cavi impiegati per condutture all'interno delle gallerie, posati in condutture interrato.e su canale metallico sospeso alla volta*

## 17. Cavi di b.t per circuiti di potenza tipo FTG10(O)M1

Cavi elettrici uni polari e multi polari per energia di b.t., e segnalamento adatti per l'installazione all'esterno per posa fissa *resistenti al fuoco* a Norma CEI 20-45

- conduttori corda flessibile di rame stagnato
- tensione d'isolamento  $U_0/U = 0,6/1kV$
- tensione di esercizio fino a 690/400V
- Sistema elettrico tipo TN-S
- tensione di prova 4kV in c.a
- temperatura massima di esercizio 90°C
- temperatura massima di cto. cto. 250°C
- temperatura minima di posa  $\leq 0^\circ C$
- isolante elastomerico reticolato di qualità G10
- guaina termoplastica speciale di -qualità M1
- caratteristiche della guaina a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi
- designazione per cavi multi polari FTG10OM1/4 (norme CEI Unel 35011)

- designazione per cavi uni polari FTG10M1/4 (norme CEI Unel  
35011)

marcatura con stampigliatura ad inchiostro speciale :

CEI 20-22 II-III

CEI 20-36 <sup>1</sup>(\*)

IEMMEQU

- Individuazione delle anime a tabella CEI Unel 00722

- Normativa di rispondenza:

CEI 20-22 II-III - (*Non propagazione dell'incendio*)

CEI 20-36 – (*Resistenza al fuoco*)

CEI 20-37- (*ridottissimo sviluppo di fumi opachi e gas tossici e corrosivi*)

## 18. Cavi UNIPOLARI SENZA GUAINA per circuiti luce e prese

- tensione d'isolamento  $U_0/U = 0,45/0,75kV$
- tensione di prova 2500V c.a.
- temperatura massima di esercizio 70°C
- temperatura massima di cto. cto. 160°C
- isolante PVC qualità R2
- conduttori corda flessibile in rame stagnato
- Colore PE - giallo-verde
- Colore Neutro - blu chiaro
- Colore fasi e altro - nero
- Norme di riferimento CEI 20-22 II Non propag.

dell'incendio

- Dicitura stampigliatura sulla guaina esterna IMQ e CEI 20-22 II

- Tipo (designazione secondo CEI 20-27) unipolare flessibile N07V-K

NOTE : Da impiegare per circuiti di potenza e ausiliari in ambienti industriali e civili. Sono adatti per posa all'interno. Adatti per l'installazione fissa entro tubazioni e canali portacavi.

<sup>1</sup>(\*) La Norma CEI 20-36 fornisce le caratteristiche dei cavi resistenti al fuoco e il metodo per la loro prova. Il cavo, sottoposto ad una serie di fiamme che raggiungano i 750°C per un periodo continuativo di 3 ore, deve mantenere la propria continuità elettrica; tale continuità deve manifestarsi anche oltre 12 ore dallo spegnimento della fiamma



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II – Lotto 6**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche impianti**

Sono da impiegare, per gli impianti luce in tubo esposto o sottotraccia per la cabina elettrica.

Sono impiegati per le corde di messa a terra isolate

## 19. Accorgimenti per limitare la propagazione dell'incendio nelle condutture elettriche

Quando la quantità di cavo in una canalizzazione supera un determinato limite occorre prendere provvedimenti al fine di evitare che l'incendio in un tratto di cavi possa propagarsi. Come riportato nelle note che seguono occorre prevedere delle opportune barriere che blocchino la propagazione dell'incendio.

Nel presente impianto si hanno, nelle canalizzazioni, raggruppamenti di cavi che superano i limiti di norma e pertanto si dovrà prevedere ogni 10m di via cavi e per un tratto di almeno un metro delle sigillature antifiamma.

### 19.1 Cavi raggruppati in fasci

Controllo della massima quantità di isolante ai fini dell'idoneità dei cavi a Norma CEI 20-22

- La Norma CEI 20-22 relativamente alla “non propagazione dell'incendio” limita il quantitativo di cavi raggruppati in fasci; oltre questo limite sono necessari degli accorgimenti supplementari ai fini della non propagazione degli incendi come ad esempio barriere taglia fiamma, specie nei tratti verticali e nei passaggi tra locali che delimitano diversi comparti antincendio.
- I cavi “non propaganti l'incendio” (CEI 20-22) sono infatti provati in fasci ove il contenuto di materiale combustibile (isolante e guaine) è inferiore ai 10kg se PVC e ai 5kg se gomma.
- Ne segue che la posa di fasci di cavi molto consistenti, superiori ai limiti di prova indicati, non garantisce più la qualità di non propagazione dell'incendio dei cavi stessi.
- Conoscendo la massa di materiale isolante contenuto in ogni cavo si potrà verificare se la quantità di cavi posati è inferiore al limite imposto dalla norma CEI 20-22.
- A tal fine sono fornite delle tabelle riportanti i parametri che esprimono la parte di materiale combustibile contenuta nel cavo, rapportata alla quantità di prova.

Ne segue che una semplice verifica della somma dei parametri ricavati in tabella, moltiplicati per il numero di cavi relativi posati fornirà un valore che se è inferiore a 1 indica rispetto delle quantità di prova.

La tabella 1 riporta i parametri che esprimono la parte di materiale combustibile contenuta nel cavo, rapportata alla quantità di prova.

**TABELLA 1**

Sezione mm <sup>2</sup>	Cavi isolati in PVC- N1VV-K		Cavi isolati in gomma FG7	
	Tripolari	Tetrapolari	Tripolari	Tetrapolari
<b>1,5</b>	0,014	0,022	0,019	
<b>2,5</b>	0,027	0,024	0,22	
<b>4</b>	0,021	0,029	0,25	0,029
<b>6</b>	0,025	0,032	0,30	0,036
<b>10</b>	0,031	0,042	0,040	0,047
<b>16</b>	0,038	0,055	0,052	0,055
<b>25</b>	0,059	0,071	0,066	0,071
<b>35</b>	0,063	0,077	0,083	0,083
<b>50</b>	0,1'	0,10	0,11	0,11
<b>70</b>	0,13	0,13	0,13	0,13
<b>95</b>	0,14	0,15	0,14	0,14
<b>120</b>	0,17	0,17	0,17	0,17
<b>150</b>	0,19	0,21	0,20	0,20
<b>185</b>	0,24	0,25	0,25	0,25

Da G. Artusi – G Baldi: *I cavi elettrici per impianti civili e industriali* pag. 18  
Editoriale DELFINO