

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**ACQUEDOTTO ALTERNATIVO TERRITORIO DI SOTTOVALLE**

**Impianti elettrici**

**Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing.P.P.Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	S P	O V 3 2 0 1	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	M. Bassani	15/07/2013	L. Bernardi	15/07/2013	A. Palomba	19/07/2013	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
		<i>MB</i>		<i>LB</i>		<i>AP</i>		

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00
-----------	---------------------------------------

CUP: F81H92000000008



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00  Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 72</p>

## INDICE

INDICE.....		3
1. INTRODUZIONE.....		5
2. OGGETTO DELL'APPALTO.....		6
3. PRESCRIZIONI GENERALI .....		6
4. OPERE ACCESSORIE AGLI IMPIANTI .....		9
5. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE.....		9
6. PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE .....		11
6.1. Prescrizioni legislative .....		11
6.2. Prescrizioni normative .....		11
7. MODALITÀ ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI .....		15
7.1. Premessa.....		15
7.2. Protezione contro i contatti diretti e indiretti.....		15
7.2.1. Protezione contro i contatti diretti .....		15
7.2.2. Protezione contro i contatti indiretti .....		16
7.3. Protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti .....		16
7.3.1. Protezione contro i sovraccarichi.....		17
7.3.2. Protezione contro i cortocircuiti.....		17
7.4. Forniture in bassa tensione .....		17
7.4.1. Utenti singoli .....		17
7.5. Impianti nei locali BT.....		18
7.5.1. Impianto luce, FM e speciali .....		18
7.5.2. Impianto di terra .....		18
7.6. Quadri e apparecchiature di bassa tensione.....		19
7.6.1. Generalità.....		19
7.7. Rifasamento.....		21
7.7.1. Generalità .....		21
7.7.2. Regolatore di potenza reattiva.....		22
7.7.3. Apparecchiature di protezione e comando.....		23
7.8. Cavi, conduttori ed accessori.....		23
7.8.1. Cavi e conduttori per bassa tensione .....		23
7.8.2. Sistemi di posa dei cavi .....		28
7.9. Cavidotti ed accessori.....		29
7.9.1. Tubazioni per posa all'interno.....		29

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00  Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>

7.9.2.	Tubazioni per posa all'esterno.....	34
7.9.3.	Canali e passerelle .....	35
7.10.	Contenitori ed accessori .....	38
7.10.1.	Generalità .....	38
7.10.2.	Cassette di derivazione isolanti in vista.....	40
7.10.3.	Cassette di derivazione metalliche.....	40
7.11.	Impianti terminali.....	41
7.11.1.	Generalità .....	41
7.11.2.	Punti luce.....	42
7.11.3.	Punti comando.....	44
7.11.4.	Punti regolazione.....	45
7.11.5.	Punti alimentazione diretta .....	45
7.11.6.	Punti utilizzatori .....	46
7.11.7.	Altezza di installazione apparecchiature .....	51
7.12.	Impianti di illuminazione.....	51
7.12.1.	Illuminazione di interni .....	51
7.13.	Impianti elettrici speciali a servizio dei locali tecnici .....	56
7.13.1.	Impianto rivelazione incendi .....	56
7.14.	Impianto di terra .....	58
7.14.1.	Generalità .....	58
7.15.	Impianto di automazione.....	60
7.15.1.	Dispositivi PLC .....	61
7.15.2.	Configurazione PLC e Basi remote I/O .....	61
7.15.3.	Switch Ethernet .....	62
7.15.4.	Unità Router (gateway).....	63
7.15.5.	Cablaggio reti dati.....	64
7.15.6.	Software di sviluppo per PLC e Gateway.....	68
7.15.7.	Collaudi FAT (factory acceptance test) .....	68
7.15.8.	Commissioning, start-up, prove funzionali in esercizio "SAT" (site acceptance test) .....	69
7.15.9.	Documentazione.....	69
7.16.	Opere civili per impianti tecnologici .....	70
7.16.1.	Scavi.....	70
7.16.2.	Pozzetti.....	71

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 5 di 72

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento intende definire le caratteristiche elettriche e meccaniche, le prestazioni e le modalità esecutive degli impianti tecnologici dell'opera in oggetto. Esso costituisce un'integrazione degli aspetti non espressamente definiti dagli altri elaborati di progetto (relazioni ed elaborati grafici).

Per la descrizione tecnica dettagliata delle opere previste si rinvia alle varie relazioni tecniche ed agli elaborati grafici facenti parte del progetto degli impianti tecnologici.

Le prescrizioni che seguono hanno carattere generale e pertanto possono talvolta comprendere apparecchiature e materiali non previsti nel presente appalto. Esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

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

In caso di discrepanza o contrasto tra i vari elaborati facenti parte del progetto, si stabilisce sin d'ora la seguente graduatoria di priorità:

- Elenco Prezzi Unitari
- Le presenti Specifiche tecniche degli impianti tecnologici
- Relazioni tecniche
- Tavole grafiche

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

Resta inteso che l'Appalto comprende la fornitura, la posa in opera, la messa in servizio, le prove e collaudi funzionali di tutti i componenti necessari per ottenere un impianto a regola d'arte, completo e perfettamente funzionante. La realizzazione delle opere di cui trattasi dovrà essere completata dall'Appaltatore nei tempi definiti dal Cronoprogramma e con modalità rispondenti alla normativa tecnica ed alle specifiche indicate nel presente documento e negli altri elaborati di progetto facenti parte integrante del contratto.

Ovviamente, se nel corso dei lavori fosse emanata una nuova norma attinente i lavori stessi, la Ditta dovrà segnalarla alla DL e concordare con la stessa le eventuali modifiche per rispondere alle nuove prescrizioni.

Per i componenti e le apparecchiature eventualmente non elencati in queste Specifiche valgono le tavole di progetto allegate, in quanto parte integrante delle presenti specifiche; vale inoltre quanto dettagliato nell'Elenco Prezzi Unitari e nelle voci da Elenco Prezzi.

Va precisato che in sede progettuale è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, non essendo possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 6 di 72

Pertanto, in relazione alle apparecchiature che si debbono ritenere specialistiche, in quanto, pur assicurando prestazioni equivalenti, differiscono costruttivamente in tutto od in parte da costruttore a costruttore (quali ad es. i ventilatori, apparecchi illuminanti, convertitori di frequenza, quadri elettrici, serrande, organi di regolazione, apparecchi di misura, sistemi di controllo, etc...), i requisiti nel seguito elencati possono essere sostituiti con altri tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questo contesto o nelle tavole progettuali, ovvero nell'Elenco Prezzi Unitari.

## 2. OGGETTO DELL'APPALTO

Gli impianti elettrici oggetto del presente intervento sono i seguenti:

- a. impianti elettrici di potenza, ovvero:
  - fornitura elettrica in BT da parte dell'Ente Distributore
  - impianti luce e FM del Locale tecnico BT
  - rete di alimentazione BT
  - impianto di terra e di equipotenzializzazione
- b. impianto di rivelazione incendi nel locale tecnico
- c. impianto controllo accessi nel locale tecnico
- d. impianto di automazione e supervisione

## 3. PRESCRIZIONI GENERALI

Gli impianti nel loro complesso e nei singoli componenti devono essere progettati e realizzati secondo la regola dell'arte, tenendo conto del luogo d'installazione e nella completa osservanza della normativa vigente.

Vanno soddisfatti i seguenti requisiti fondamentali:

- a) elevato livello di affidabilità, sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni: oltre all'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca, si dovrà realizzare un'architettura degli impianti in grado di far fronte a situazioni di emergenza in caso di guasto o di fuori servizio di componenti o di intere sezioni d'impianto, con tempi di ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche o manuali di commutazione, di messa in servizio di apparecchiature, ecc. A tale scopo le apparecchiature saranno adeguatamente sovradimensionate e/o si adotteranno schemi d'impianto ridondanti (doppio trasformatore, sistemi di alimentazione di emergenza e di sicurezza, ecc.);
- b) manutenibilità: dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare le varie utilizzazioni; i tempi di individuazione dei guasti, o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 7 di 72

parti di scorta debbono essere ridotti al minimo: a tale scopo saranno adottati i seguenti provvedimenti:

- omogeneità per quanto possibile delle tipologie impiantistiche
  - collocazione, per quanto possibile, delle apparecchiature in locali protetti
  - costante monitoraggio dello stato degli impianti e delle reti tramite le funzioni di diagnostica attuate dal sistema di supervisione
  - facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature garantendo adeguati distanze di rispetto tra di esse ovvero tra esse ed altri vincoli strutturali
- c) flessibilità degli impianti intesa nel senso di:
- consentire l'ampliamento dei quadri elettrici principali e secondari, prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza
  - consentire la futura gestione dei sistemi tramite supervisione, prevedendo già in questa gli spazi nei quadri e in cabina
- d) standardizzazione: i diversi impianti e sistemi, al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza, devono efficacemente interagire tra loro
- e) selettività di impianto: l'architettura prescelta dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio in caso di guasto venga ridotta al minimo; nel caso specifico il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione tra loro coordinati caratterizzati da adeguate curve di intervento sia tramite un elevato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche
- f) sicurezza degli impianti, sia contro i pericoli derivanti dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica
- g) minimizzazione degli oneri di gestione: tale obiettivo sarà conseguito tramite la previsione di componenti impiantistici caratterizzati da elevata durata di vita, costituiti da materiali ad elevata resistenza (alluminio, inox ecc.). Inoltre saranno preferite le soluzioni tecniche che consentono di contenere, per quanto possibile, i consumi energetici quali sorgenti luminose ad elevata efficienza, l'adozione di idonei dispositivi di regolazione degli impianti di illuminazione, ecc.
- h) comfort per gli addetti e gli utenti, ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento e degli apparecchi illuminanti e con una attenta progettazione degli impianti speciali

Tutti i materiali e le apparecchiature saranno scelti in modo tale che risultino adatti all'ambiente, alle caratteristiche elettriche ed alle condizioni di funzionamento previste. Essi dovranno inoltre resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e quelle dovute all'umidità. Tutti i materiali e gli apparecchi saranno costruiti in conformità alle norme e la documentazione di riferimento attualmente in vigore e devono avere apposto la marcatura CE.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 8 di 72

I materiali di consumo e gli accessori di montaggio sono parte integrante della fornitura.

Il Contraente Generale è tenuto ad accertare la rispondenza del progetto a quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente ed a segnalare per iscritto alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, eventuali difformità del progetto.

Il Contraente Generale è tenuto ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiale e componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere.

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte ed in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni di progetto.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, a quelle delle presenti Norme Tecniche e degli altri atti contrattuali, qualora fossero più restrittive; dovranno essere delle migliori qualità, risultare di perfetta lavorazione ed essere adeguati alle condizioni ambientali e d'uso; quando prescritto dalle vigenti norme di legge dovranno essere assoggettati ad omologazione.

In particolare tutti i materiali e le apparecchiature di produzione italiana dovranno essere nuovi e conformi alle norme C.N.R.-UNI, CEI-UNEL ed altre emanate ed emanande.

I materiali appartenenti a categorie ammesse al regime del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o Istituto Italiano Plastici (IIP) dovranno portare il contrassegno di detti Istituti o di altri equivalenti Istituti Europei.

I materiali di produzione estera per i quali non fossero applicabili le norme suddette dovranno essere conformi alle norme IEC, UTE, VDE, DIN, ISO o comunque a norme armonizzate CEE.

Il diametro nominale (DN) degli elementi di tubazione è quello definito in norma UNI-ISO 6708-82.

Marche, nomi commerciali e sigle di materiali o prodotti eventualmente riportate nei documenti contrattuali si intendono indicativi di uno standard di qualità; pertanto non saranno accettati materiali ed apparecchiature con caratteristiche qualitative e funzionali che non siano uguali o superiori a tali standard.

Campioni di materiali ed apparecchiature dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori almeno quindici giorni prima dell'impiego; il Contraente Generale resta comunque responsabile della costanza delle caratteristiche accettate per tutto il materiale impiegato.

Le principali apparecchiature dovranno essere, prima della fornitura, sottoposte a collaudo e prove di accettazione presso le officine del costruttore con le modalità prescritte dalle norme vigenti.

La Direzione Lavori presenza ai collaudi ed inoltre si riserva il diritto di richiedere eventuali prove particolari, presso laboratori autorizzati, qualora ritenesse poco soddisfacenti le prove di accettazione.

Sono a carico del Contraente Generale gli oneri per l'espletamento di tutte le pratiche relative all'ottenimento di qualsiasi genere di autorizzazione, licenze, permessi e certificazioni relative all'esecuzione degli impianti.

All'ultimazione dei lavori il Contraente Generale dovrà consegnare alla Direzione Lavori tutti i Nulla-Osta degli enti preposti (ISPESL, VV.F., Comuni, ecc.).



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 9 di 72

#### 4. OPERE ACCESSORIE AGLI IMPIANTI

Si dovranno intendere comprese fra gli oneri dell'esecutore degli impianti le seguenti opere accessorie:

- eventuali lavorazioni in officina
- trasporto dei materiali in cantiere
- scarico dagli automezzi e collocazione nel punto di installazione indicato in progetto
- assistenze murarie quali l'apertura di tracce, la predisposizione e la formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato, la muratura di scatole e di cassette, ecc.
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti
- materiali di consumo, sfridi, ecc.
- noli di mezzi d'opera ed automezzi
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni
- eventuale attività di programmazione, verifica funzionale e messa in servizio
- trasporto a discarica autorizzata dei materiali di risulta delle lavorazioni

#### 5. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito saranno impiegati i termini "Amministrazione Appaltante", "Stazione Appaltante" e "Committente": essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il COMMITTENTE dell'Opera.

Inoltre saranno utilizzati i termini "Impresa", "Consorzio di Imprese", "Associazione temporanea di Imprese (ATI)", "Ditta", "Appaltatore", "Esecutore": anch'essi si devono ritenere sinonimi e indicano il soggetto APPALTATORE dell'opera.

Infine, per comodità, vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- AC/ac/ca - Corrente alternata
- AD - Azienda distributrice di energia elettrica (ENEL)
- AEEG: - Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas
- BT o bt - Simbolo generico di "Sistema di bassa tensione in c.a." (400/230V)
- CA - Continuità assoluta
- cc - Corrente Continua
- CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA - Capitolato Speciale d'Appalto
- DL - Direzione dei Lavori, generale o specifica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 10 di 72

- FM - Forza Motrice
- FO - Fibra Ottica
- HW - Hardware
- IE - Illuminazione Esterna
- IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- IMS - Interruttore di Manovra e Sezionatore
- I/O - Input/Output
- PC - Personal Computer
- PL - Punto Luce
- PLC - Programmable Logic Controller
- SA - Servizi Ausiliari (generico)
- SC - Servizi ausiliari di Cabina
- SE - Servizi ausiliari Essenziali ai fini della sicurezza
- SIL - Sistema Italiano Laboratori di prova
- ST - Specifiche Tecniche
- SW - Software
- UNEL - Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- VE - Impianti di ventilazione
- VVF - Vigili del Fuoco

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti nel seguito solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 11 di 72

## 6. PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE

### 6.1. Prescrizioni legislative

Gli impianti, oggetto dell'appalto, dovranno essere realizzati osservando le prescrizioni di Legge vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori stessi ed in particolare quelle di seguito indicate e testi correlati (l'elenco non ha carattere esaustivo).

#### Generali

- Legge n° 186 del 1/3/68 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche
- Legge n° 791 del 18/10/77 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici
- D.M. 37/08 del 22/01/08 "Disposizioni in materia di impianti negli edifici"

#### Sicurezza

- D. Lgs. n. 81 del 9/04/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" – noto come "Testo unico della sicurezza" e s.m.i.

#### Ambiente

- D.P.R. 412/93, DM 06/08/94, DPR 551/99, Legge 39/02, DM 17/03/03, D.Lgs. 192/05 e D. Lgs. 311/06 e relativi regolamenti e decreti successivi relativamente alle "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"

### 6.2. Prescrizioni normative

Gli impianti oggetto dell'appalto dovranno essere realizzati osservando le norme vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori stessi ed in particolare quelle di seguito indicate e testi correlati (l'elenco non ha carattere esaustivo).

#### Comuni

- Normative ISPELS
- Normative d'unificazione UNI - CIG - UNEL
- Prescrizioni e raccomandazioni delle A.S.L.
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'ENEL o di altro Distributore dell'energia elettrica
- Prescrizioni e raccomandazioni della TELECOM o di altro gestore della rete di telefonia fissa
- Marchio IMQ o di corrispondenti organismi per tutti i materiali elettrici

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>	<p>Foglio 12 di 72</p>

## Impianti Elettrici

### Norme CEI (comitati tecnici):

- CT 0: Applicazione delle Norme e testi di carattere generale (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT0, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 1/25: Terminologia, grandezze e unità (ex CT1/24/25) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT1/25, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 2: Macchine rotanti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT2, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 3: Strutture delle informazioni, documentazioni e segni grafici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT3, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 7: Materiali conduttori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT7, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 8/28: Tensioni, correnti e frequenze normali / Coordinamento degli isolamenti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT8/28, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 11: Linee elettriche aeree e materiali conduttori
- CT 13: Apparecchi per la misura dell'energia elettrica e per il controllo del carico (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT13, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 14: Trasformatori
- CT 15/98: Materiali isolanti - Sistemi di isolamento (ex CT15/63) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT15/98, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 16: Contrassegni dei terminali e altre identificazioni (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT16, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 17: Grossa apparecchiatura (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT17, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 20: Cavi per energia (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT20, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 21/35: Accumulatori e pile (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT21/35, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 22: Elettronica di potenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT22, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 23: Apparecchiatura a bassa tensione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT23, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 31: Materiali antideflagranti
- CT 32: Fusibili (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT32, attinenti alle opere da eseguire)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>	<p>Foglio 13 di 72</p>

- CT 33: Condensatori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT33, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 34: Lampade e relative apparecchiature (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT34, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 37: Scaricatori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT37, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 38: Trasformatori di misura (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT38, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 40: Condensatori e resistori per apparecchiature elettroniche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT40, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 44: Equipaggiamento elettrico delle macchine industriali (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT44, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 46: Cavi simmetrici e coassiali, cordoni, fili, guide d'onda, connettori per radiofrequenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT46, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 55: Conduttori per avvolgimenti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT55, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 56: Fidatezza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT56, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 57: Telecomunicazioni associate ai sistemi elettrici di potenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT57, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 59/61: Apparecchi utilizzatori elettrici per uso domestico e similare (ex CT107) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT59/61, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 64: Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT64, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 65: Controllo e misura nei processi industriali (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT65, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 66: Sicurezza degli strumenti di misura, controllo e da laboratorio (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT66, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 70: Involucri di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT70, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 79: Sistemi di rilevamento e segnalazione per incendio, intrusione, furto, sabotaggio e aggressione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT79, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 81: Protezione contro i fulmini (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT81, attinenti alle opere da eseguire)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>	<p>Foglio 14 di 72</p>

- CT 85: Strumenti di misura delle grandezze elettromagnetiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT85, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 86: Fibre ottiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT86, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 89: Prove relative ai rischi da fuoco (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT89, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 94: Relè elettrici a tutto o niente (ex CT94/95, ex CT41) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT94, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 95: Relè di misura e dispositivi di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT95, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 96: Trasformatori di sicurezza ed isolamento (ex SC14D) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT96, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 104: Condizioni ambientali. Classificazioni e metodi di prova (ex CT50, CT75) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT104, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 106: Esposizione umana ai campi elettromagnetici (ex CT211) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT106, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 109: Coordinamento degli isolamenti per apparecchiature a bassa tensione (ex SC28A) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT109, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 210: Compatibilità elettromagnetica (ex CT110) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT210, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 301/22G: Azionamenti elettrici (ex CT301, SC22G) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT301/22G, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 304: Interferenze elettromagnetiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT304, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 305: Apparat e sistemi terminali di telecomunicazioni (ex SC303B, 303E/F) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT305, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 306: Interconnessione di apparecchiature di telecomunicazione (ex SC303L) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT306, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 307: Aspetti ambientali degli impianti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT307, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 308: Impatto ambientale di materiali e prodotti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT308, attinenti alle opere da eseguire)

#### Altre norme

- Norma UNI EN 12464-1 – Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <table border="1" data-bbox="1420 235 1538 295"> <tr> <td>Foglio 15 di 72</td> </tr> </table>	Foglio 15 di 72
Foglio 15 di 72		

- Tabelle CEI-UNEL per il dimensionamento dei cavi elettrici

## 7. MODALITÀ ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI

### 7.1. Premessa

Di seguito sono descritti i materiali e gli elementi tecnici previsti nella esecuzione delle opere progettate.

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

Forniture minori e di completamento quali bulloneria, viteria e minuteria metallica di uso comune non saranno trattate compiutamente in quanto influenti al fine della definizione del costo dell'opera e del relativo livello di prestazione.

Non tutti i componenti e/o le apparecchiature descritte nel presente documento fanno parte degli impianti descritti nel progetto e ciò perché alcune descrizioni si ritengono possano servire per eventuali opere in variante.

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

Tutti gli impianti forniti dovranno essere perfettamente funzionanti e quindi comprensivi di tutti gli oneri previsti o prevedibili, anche se non espressamente indicati, necessari per realizzare l'impianto a perfetta regola d'arte.

Tutto quanto sopra sarà ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

### 7.2. Protezione contro i contatti diretti e indiretti

#### 7.2.1. Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti deve essere garantita in generale tramite isolamento della parte attiva. Devono essere pertanto adottati quegli accorgimenti (isolamenti rimovibili soltanto mediante attrezzo o distruzione, involucri e barriere tali da assicurare almeno un grado di protezione IPXXB o su superfici orizzontali a portata di mano IPXXD, porte, chiavi, ecc.) idonei ad escludere l'accesso a parti in tensione senza prima aver effettuato tutte le manovre necessarie per il sezionamento dell'impianto e la messa a terra dei conduttori. Si rammenta che in base alle norme CEI 70-1 il grado di protezione è IPXXB quando il dito di prova non può toccare parti in tensione; il grado di protezione è IPXXD quando il contatto a parti in tensione è impedito ad un filo con diametro 1 mm e lunghezza 100 mm. Ogni circuito deve essere dotato di dispositivo onnipolare in grado di garantire sezionamento di tutti i conduttori attivi (quindi neutro compreso).

In particolare si fanno le seguenti prescrizioni:

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>	<p>Foglio 16 di 72</p>

- si devono realizzare tutti gli interblocchi necessari onde evitare chiusure accidentali che possono generare situazioni di pericolo per il personale addetto alla manutenzione;
- il grado di protezione dei quadri, a porte aperte, deve essere almeno IP2X;
- uso di dispositivi differenziali con  $I_{dn} \leq 30$  mA: essi possono solo concorrere alla protezione contro i contatti diretti ma devono essere sempre intergrati con altre misure di protezione.

### 7.2.2. Protezione contro i contatti indiretti

Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito (vedi paragrafi successivi) è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- collegamento a terra di tutte le masse metalliche;
- collegamento al collettore di terra dell'edificio dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le delle tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

#### 7.2.2.1. Sistema TT

La protezione contro i contatti indiretti in un sistema TT deve essere garantita tramite una o più delle seguenti misure:

- interruzione automatica del circuito mediante protezioni differenziali coordinate con l'impianto di terra;
- utilizzo di componenti di classe II;
- realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento.

L'eventuale interruttore differenziale presente sul gruppo di misura non può essere utilizzato ai fini della protezione contro i contatti indiretti. A monte delle protezioni differenziali non devono rimanere masse (comprese le carpenterie di eventuali quadri metallici).

Per l'impianto di terra si rinvia al punto specifico.

Nel caso di utilizzo, a diversi livelli dell'impianto, di più dispositivi differenziali, dovrà essere garantita la selettività di intervento.

### 7.3. Protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti

La protezione contro le sovracorrenti di ogni condotta deve essere garantita da dispositivi automatici che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si producano sovraccarichi o cortocircuiti (a meno che la sorgente di alimentazione non sia in grado di fornire correnti superiori alla portata della condotta).

Tutte le protezioni di massima corrente ed eventuali interruttori non automatici di sezionamento dovranno essere coordinate tra loro.

Inoltre i vari dispositivi di interruzione dovranno risultare, per quanto possibile, selettivi fra loro in modo tale da limitare il disservizio all'utente in caso di guasto.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 17 di 72

I calcoli di verifica delle protezioni, del loro coordinamento e selettività dovranno essere presentati alla DL prima dell'inizio dei lavori.

### 7.3.1. *Protezione contro i sovraccarichi*

Per la protezione contro i sovraccarichi, la corrente nominale del dispositivo automatico deve essere compresa tra la corrente di impiego del circuito e la portata del cavo; la corrente di sicuro intervento del dispositivo automatico non deve essere superiore a 1.45 volte la portata del cavo. I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi possono essere installati lungo la condotta se a monte non vi sono prese e derivazioni o se non attraversa luoghi a maggior rischio di incendio ed esplosione e se sono rispettate le condizioni appena descritte per tutta la condotta (a monte ed a valle).

La protezione contro i sovraccarichi deve essere omessa quando l'apertura impestiva del circuito può essere causa di pericolo (vedi Norma CEI 64-8).

### 7.3.2. *Protezione contro i cortocircuiti*

Per la protezione contro i cortocircuiti, il dispositivo di protezione deve avere potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito nel suo punto di installazione ed in caso di cortocircuito deve limitare la sollecitazione termica sulla condotta protetta entro limiti ammissibili. I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono essere omessi dove l'apertura impestiva del circuito è fonte di pericolo (vedi Norma CEI 64-8).

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

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

## 7.4. **Forniture in bassa tensione**

La fornitura di energia elettrica viene effettuata da parte dell'AD (azienda distributrice, ad es. ENEL o altro distributore) direttamente in bassa tensione e si attesta a gruppi di misura di sua proprietà.

### 7.4.1. *Utenti singoli*

Il gruppo di misura deve essere ubicato in posizione preventivamente concordata con l'ente distributore di energia elettrica e deve generalmente risultare accessibile allo stesso distributore anche in assenza dell'utente.

L'impianto d'utente ha inizio dai morsetti a valle del gruppo di misura.

Le forniture di energia in bassa tensione prevedono normalmente una potenza contrattuale, scelta tra valori standardizzati.

Generalmente, per potenze medio-basse, l'ente distributore installa un dispositivo atto a limitare la potenza disponibile ad un valore superiore a quello della potenza contrattuale, secondo percentuali di sovraccarico definite nel contratto stesso.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 18 di 72

Per potenze medio-alte viene generalmente omissa il limitatore e viene invece installato un misuratore della potenza di picco, al fine di regolare economicamente il prelievo di potenza.

Per queste potenze, il distributore installa generalmente anche un contatore per la misura dell'energia reattiva, onde regolare economicamente, sulla base del contratto di fornitura, gli assorbimenti di energia a basso fattore di potenza.

## 7.5. Impianti nei locali BT

### 7.5.1. Impianto luce, FM e speciali

L'impianto elettrico BT del locale comandi dovrà comprendere l'impianto di illuminazione generale dimensionato per avere un livello di illuminamento medio non inferiore a 200 lux ed un impianto forza motrice (FM) costituito da un quadretto prese CEE interbloccate di servizio.

Sarà compresa inoltre una illuminazione esterna al locale, per l'individuazione dell'accesso al locale stesso.

Le dimensioni dei cunicoli e/o delle tubazioni annegate nella platea della cabina per il passaggio dei conduttori devono avere dimensioni appropriate. In particolare, si dovranno evitare eccessivi stipamenti dei cavi, raggi di curvatura eccessivamente ridotti e promiscuità tra cavi per bt e cavi per impianti speciali.

### 7.5.2. Impianto di terra

Su una parete del locale, ad una altezza di circa 50 cm, dovrà essere realizzato un collettore di terra costituito da un piatto di rame o di acciaio zincato da 30x5 mm.

Questo dovrà essere collegato alla rete elettrosaldata presente nella platea di fondazione.

Al collettore dovranno essere collegate tutte le parti metalliche e le apparecchiature di cabina.

In particolare:

- porte e finestre metalliche
- carpenterie dei quadri elettrici
- passerelle e canaline metalliche (se necessario)

I collegamenti a terra di parti mobili dovrà essere realizzato con treccia di rame avente sezione minima pari a 50 mm<sup>2</sup>.

Il collettore sarà poi collegato al dispersore esterno mediante almeno due conduttori di terra aventi sezione adeguata .

Il dispersore sarà possibilmente costituito da un anello lungo il sedime del locale, realizzato in corda di rame nudo da 35mm<sup>2</sup> (sezione minima) o altro materiale equivalente.

Il dispersore sarà integrato con elementi verticali (picchetti) e sarà collegato ai ferri di armatura della fondazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 19 di 72

## 7.6. Quadri e apparecchiature di bassa tensione

### 7.6.1. Generalità

I quadri dovranno essere in grado di sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche in condizione di cortocircuito.

Si dovrà verificare che la corrente di breve durata ( $I_{cw}$ ), intesa come corrente che il quadro può sopportare per 1 s (ovvero  $I_{cc}$ : se si considera l'intervento di un dispositivo di protezione installato sul quadro o a monte del quadro, la tenuta al cortocircuito è individuata dalla corrente di cortocircuito condizionata ( $I_{cc}$ ) risulti superiore alla corrente di cortocircuito presunta ( $I_{cp}$ )).

La prova di tenuta al cortocircuito non è richiesta per i quadri con  $I_{cw}$  (o  $I_{cc}$ ) inferiore a 10 kA o quando il quadro sia protetto da un interruttore limitatore che limiti la corrente di cortocircuito a 15 kA (valore di picco).

La sovratemperatura raggiunta all'interno del quadro nei confronti dell'ambiente esterno deve essere compatibile con i materiali isolanti utilizzati e con il corretto funzionamento delle apparecchiature installate all'interno del quadro stesso.

I quadri installati dovranno appartenere ad una delle seguenti tipologie (norma CEI EN 61439 / CEI 17-113):

- Quadri di potenza
- Quadri di distribuzione
- Quadri per cantiere
- Quadri per distribuzione di potenza

Ogni quadro elettrico deve essere conforme alle relative norme CEI. La rispondenza alla normativa vigente deve essere certificata dal Costruttore del quadro stesso.

### Sbarre

Le sbarre saranno ovunque in rame a spigoli arrotondati, contrassegnate in conformità alla normalizzazione CEI-UNEL; le sbarre con portate maggiori di 250A saranno argentate o stagnate al fine di prevenire fenomeni di ossidazione. I supporti di sostegno ed ancoraggio delle sbarre saranno in resina poliestere rinforzata; avranno dimensioni e interdistanze tali da sopportare la massima corrente di corto circuito prevista.

### Cablaggio

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato con cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni della norma CEI 20-21, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale  $I_n$  dell'organo di protezione, e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm<sup>2</sup>.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 20 di 72

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

### **Morsettiere**

Le morsettiere saranno in melamina o altro materiale da approvare, di tipo componibile e sezionabile, con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro, secondo le modalità previste nel presente documento; inoltre, la suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione delle linee in arrivo dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica, o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

### **Collegamenti equipotenziali**

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati singolarmente su di una sbarra di terra in rame, completa di fori filettati.

Tutte le parti metalliche ove siano installate apparecchiature elettriche (ad eccezione di quelle con isolamento doppio o rinforzato) dovranno essere collegate a terra mediante collegamento equipotenziale.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione  $\geq 16 \text{ mm}^2$ .

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capocorda a compressione di tipo ad occhiello.

### **Riserva di potenza e di spazio**

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20-25% (salvo diversa indicazione negli specifici documenti di progetto).

### **Marcature**

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature saranno conformi alla norma CEI 16-7 e saranno del seguente tipo:

- Targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione,

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 21 di 72

ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse, o nelle vicinanze sulla struttura del quadro

- Anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presiglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio
- Cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

### Designazione dei cavi

Negli schemi, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

- cavo N07G9-K 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez. 1,5 mm<sup>2</sup> , tipo N07G9-K
- cavo FG7R 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez. 10 mm<sup>2</sup> , tipo FG7R
- cavo FTG100M1 0,6/1 kV 3x25: cavo multipolare a tre conduttori di sez. 25 mm<sup>2</sup> , tipo FTG100M1

## 7.7. Rifasamento

### 7.7.1. Generalità

Qualora si ravvisi l'opportunità di ridurre la potenza reattiva assorbita dall'impianto utilizzatore (anche in relazione alle condizioni contrattuali previste dall'ente fornitore di energia), l'impianto dovrà essere dotato di idoneo impianto di rifasamento atto a riportare il fattore di potenza complessivo verso il valore unitario.

I complessi di rifasamento saranno installati in armadi dedicati (IP non inferiore a 3X) dotati di aperture di ventilazione e/o torrini di ventilazione comandati da termostato.

Se indicato nei documenti progettuali, i complessi di rifasamento potranno essere anche integrati nei quadri elettrici, purché in scomparti separati.

L'impianto di rifasamento deve essere scelto in funzione delle reali esigenze tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- impianto di rifasamento a compensazione locale con banchi di condensatori fissi: da prevedere per gli apparecchi utilizzatori con elevate ore giornaliere di funzionamento, che presentano potenza superiore a 10-20 kW e basso fattore di potenza (ad es. grossi motori); per motori fino a 15 kW i condensatori possono essere derivati direttamente ai

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 22 di 72

morsetti del motore, mentre per potenze superiori devono essere derivati a monte dell'avviatore mediante un contattore ausiliario azionato dall'avviatore stesso quando il motore è in funzione

- impianto di rifasamento ad inserzione automatica in relazione al fattore di potenza di prelievo: tale impianto deve essere dimensionato sulla base della massima energia reattiva capacitiva necessaria al contenimento del fattore di potenza entro i limiti concessi da distributore (tipicamente  $\cos\phi=0.9$ ), tenendo conto anche dell'eventuale presenza di impianti di rifasamento per compensazione locale

Nel caso di grossi impianti, potranno essere previsti più impianti di rifasamento a compensazione parziale (posizionando i banchi di condensatori sull'arrivo delle linee ad ogni reparto, nel relativo quadro di distribuzione) oppure un impianto a compensazione globale (posizionando i banchi di condensatori sulle partenze del quadro generale di bassa tensione).

Nel caso di impianto alimentato in MT deve essere installata una batteria di condensatori per ogni trasformatore MT/BT (connessa permanentemente ai morsetti BT). La potenza di tale batteria di condensatori deve essere commisurata alla potenza e alla tipologia del trasformatore.

In ogni caso, l'inserzione dei condensatori deve avvenire in modo da evitare in ogni momento l'assorbimento di energia con fattore di potenza capacitivo.

#### 7.7.2. *Regolatore di potenza reattiva*

Il dispositivo per l'inserzione automatica/manuale delle batterie di condensatori sarà completo di:

- trasformatori di misura
- collegamenti circuito amperometrico e circuito voltmetrico
- led presenza tensione
- led induttivo/capacitivo
- led segnalazione batterie inserite
- selettore man/aut.
- selettore per l'inserzione manuale delle batterie di condensatori
- potenziometro per la regolazione del  $\cos\phi$  da 0,8 induttivo a 0,9 capacitivo
- potenziometro per la regolazione del C/K

Il regolatore effettua anche il controllo della temperatura azionando il torrino di estrazione (ove previsto) al raggiungimento della temperatura impostata; nel caso in cui venga superata una ulteriore soglia limite di temperatura, il regolatore dovrà disattivare automaticamente le batterie di condensatori, attivando nel contempo il relè di allarme; il regolatore dovrà riprendere a funzionare automaticamente al ritorno della temperatura entro i limiti della normalità; due led sul fronte del regolatore segnalano il superamento delle due soglie di temperatura; la temperatura in gradi (°C) può essere rilevata sul display.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 23 di 72

### 7.7.3. *Apparecchiature di protezione e comando*

Le apparecchiature di comando e protezione dovranno essere montate su piastre separate dai condensatori e saranno accessibili anteriormente.

Date le caratteristiche di assorbimento dei condensatori, il circuito di alimentazione deve essere dimensionato per sopportare almeno 1.5 In.

Le apparecchiature in oggetto sono le seguenti:

- Sezionatore generale tripolare con comando rinviato blocco porta
- Sezionatore tripolare di protezione sulle singole batterie di condensatori, con fusibili di portata adeguata alla potenza reattiva della batteria da proteggere
- Contattori tripolari per l'inserzione dei condensatori con dispositivo di limitazione della corrente d'inserzione dei condensatori; categoria AC-6b con corrente nominale di esercizio  $I_e > 1.5 I_n$
- Reattanze di scarica rapida per ridurre la tensione ai morsetti entro un tempo prefissato
- Eventuali induttanze di blocco armoniche
- Condensatori cilindrici trifasi a bassissime perdite completi di dispositivo antiscoppio n di caratteristiche specificate negli elaborati di progetto

Qualora necessario, dovrà essere possibile realizzare una tensione ausiliaria 230 Vca tramite apposito trasformatore installato all'interno del quadro.

## 7.8. **Cavi, conduttori ed accessori**

### 7.8.1. *Cavi e conduttori per bassa tensione*

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

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

- Fase R: nero
- Fase S: grigio
- Fase T: marrone
- Neutro: azzurro
- PE: giallo-verde

L'azzurro ed il giallo-verde non potranno essere utilizzati per altri servizi, nemmeno per gli impianti ausiliari, salvo quanto specificatamente previsto dalla normativa tecnica vigente.

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti.

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

- 1,5 mm<sup>2</sup> per circuiti luce

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 24 di 72

- 2,5 mm<sup>2</sup> per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

A seconda delle applicazioni e delle specifiche di progetto, i cavi possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

- Senza guaina: N07V-K 450/750 V, N07G9-K 450/750 V
- Con guaina: FG7(O)R 0.6/1 kV, FG7(O)M1 0,6/1kV, FROR 450/750 V

In generale, in tutte le situazioni in cui il rischio legato allo sviluppo di gas tossici e corrosivi a seguito di incendio con cavi ordinari è da ritenersi inaccettabile, si prescrive l'utilizzo di cavi tipo "LS0H"; in linea di massima, l'utilizzo di questo tipo di cavi si prescrive per tutti i luoghi a maggior rischio in caso di incendio di tipo "A", secondo la definizione della norma CEI 64-8/7.

All'esterno e per impianti interrati devono essere utilizzati cavi con guaina (ad es. tipo FG7(O)R 0.6/1 kV).

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mm<sup>2</sup> e isolamento idoneo alle condizioni di posa. A seconda dei casi, oltre che fra i cavi per energia, i cavi per i circuiti di comando e segnalazione possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

- Senza guaina: H05V-K 300/500 V
- Con guaina: FROR 300/500 V

Per alcune applicazioni speciali (ad esempio circuiti di sicurezza) si prescrive l'utilizzo di cavo con guaina del tipo resistente al fuoco (ad es. tipo FTG10(O)M1 0,6/1kV).

Infine è ammesso l'uso di condotti sbarre ("elettrocondotti prefabbricati"), di tipo compatto o ventilato, ogni volta che sussistano validi motivi tecnico-economici che ne fanno preferire l'uso al posto dei cavi tradizionali.

Ferma restando la prescrizione di suddivisione in canalizzazioni diverse dei cavi afferenti a categorie diverse, tutti i cavi contenuti in una stessa canalizzazione devono essere isolati per la tensione massima prevista dai diversi sistemi presenti.

Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di posa (al più può essere autorizzata, ove motivatamente richiesta, l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione di impianti di illuminazione, peraltro sempre auspicata). Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%. I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da idonea protezione meccanica (ad es. tubazione di caratteristiche adeguate tipo 450N). Le tubazioni interrate devono



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 25 di 72

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

Per quanto concerne tipo di posa, raggi di curvatura, temperatura di posa, ecc., si dovranno seguire scrupolosamente le prescrizioni imposte dalle normative che regolano la materia, nonché le raccomandazioni da parte del Costruttore. L'attestazione ai poli delle apparecchiature di sezionamento o interruzione sarà effettuata a mezzo capicorda a pinzare, con pinzatrice idraulica in modo che il contatto tra conduttore e capicorda sia il più sicuro possibile.

I tipi di cavo da utilizzare, nonché la loro formazione, sono definiti negli altri documenti di progetto (in particolare si vedano gli schemi elettrici unifilari dei quadri).

Vengono riportate nel seguito le caratteristiche dei cavi che sono ammessi. Per ulteriori dettagli tecnici si rinvia all'Elenco Prezzi Unitari.

#### **Cavi senza guaina, isolati in gomma**

L'isolante utilizzato sarà costituito da una composizione a base di gomma o altro elastomero, ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche.

Le caratteristiche salienti del cavo possono essere desunte anche dalla sua sigla, secondo la seguente codifica (CENELEC):

- N = cavo di tipo nazionale (secondo norme armonizzate)
- 07 = tensione di esercizio a frequenza industriale, pari a 450/750 V (300/500 V)
- G9 = isolante in elastomero reticolato di qualità G9
- K = conduttore flessibile per cavo per installazioni fisse

#### **Cavi senza guaina, isolati in PVC**

L'isolante utilizzato sarà costituito da una composizione a base di polivinilcloruro (PVC), ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche.

Le caratteristiche salienti del cavo possono essere desunte anche dalla sua sigla, secondo la seguente codifica (CENELEC):

- N(H) = cavo di tipo nazionale (secondo norme armonizzate)
- 07(05) = tensione di esercizio a frequenza industriale, pari a 450/750 V (300/500 V)
- V = isolante in PVC di qualità comune
- K = conduttore flessibile per cavo per installazioni fisse

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <span style="float: right;">Foglio 26 di 72</span>

### Cavi con guaina, isolati in gomma

L'isolante utilizzato per l'isolamento delle singole anime sarà costituito da una composizione a base di gomma o altro elastomero, ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche, ed avrà elevata resistenza all'invecchiamento termico, al fenomeno delle scariche parziali e all'Azoto; ciò consentirà maggior temperatura di esercizio dei conduttori.

Sull'insieme delle anime dei cavi multipolari, sarà disposto un riempitivo non igroscopico ovvero in gomma ad alta autoestinguenza.

La distinzione delle diverse anime dovrà essere eseguita secondo le tabelle UNEL 00722-78 per cavi di tipo "5" (senza conduttore di protezione) e così individuata:

- Unipolari: nero (ogni singola anima dovrà essere distinta con nastratura di differente colore, come per la formazione pentapolare)
- Bipolari: blu chiaro, nero
- Tripolari: nero, marrone, grigio
- Quadripolari: blu chiaro, nero, marrone, grigio
- Pentapolari: blu chiaro, nero, marrone, grigio, nero (per questa formazione si dovrà provvedere a distinguere una delle due anime nere con nastratura di diverso colore)
- Multipolari: nero con numerazione progressiva stampigliata su ogni anima

Le caratteristiche salienti del cavo possono essere desunte anche dalla sua sigla, secondo la seguente codifica (UNEL):

- F(R) = corda flessibile (rigida)
- (T) = (cavo resistente al fuoco grazie a uno o più nastri di vetro micato o treccia di vetro chiusa)
- G7(G10)= isolante in gomma etilenpropilenica ad alto modulo (in elastomero reticolato atossico)
- (O) = (cavo a forma rotonda)
- (H2) = (schermo a treccia o calza di rame)
- R(M1) = guaina esterna in PVC (in materiale termoplastico atossico LS0H qualità M1)
- 0.6/1 kV = tensione di esercizio a frequenza industriale, espressa in kV

### Cavi con guaina, isolati in PVC

L'isolante utilizzato per l'isolamento delle singole anime sarà costituito da una composizione a base di polivinilcloruro (PVC), ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche.

Sull'insieme delle anime dei cavi multipolari, sarà disposto un riempitivo non igroscopico.

La distinzione delle diverse anime dovrà essere eseguita secondo le tabelle UNEL 00722-78 per cavi di tipo "5" (senza conduttore di protezione) e così individuata:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 27 di 72

- Unipolari: nero (ogni singola anima dovrà essere distinta con nastratura di differente colore, come per la formazione pentapolare)
- Bipolari: blu chiaro, nero
- Tripolari: nero, marrone, grigio
- Quadripolari: blu chiaro, nero, marrone, grigio
- Pentapolari: blu chiaro, nero, marrone, grigio, nero (per questa formazione si dovrà provvedere a distinguere una delle due anime nere con nastratura di diverso colore)
- Multipolari: nero con numerazione progressiva stampigliata su ogni anima

Le caratteristiche salienti del cavo possono essere desunte anche dalla sua sigla, secondo la seguente codifica (UNEL):

- F = corda flessibile
- R = isolante in materiale polivinilico di qualità comune
- O = cavo a forma rotonda
- (H2) = (schermo a treccia o calza di rame)
- R = guaina esterna in PVC
- 450/750(300/500) V = tensione di esercizio a frequenza industriale, espressa in V

### Prescrizioni di posa dei cavi

I cavi dovranno essere posati con tecniche compatibili alla posizione di posa e, se del caso, i tiri dovranno tenere conto delle massime sollecitazioni meccaniche sopportate dai cavi; gli sforzi di trazione non dovranno perciò superare i limiti previsti dai costruttori.

I cavi su canali/passarelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci; i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie lungo il percorso, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica.

Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare abrasioni dei cavi durante la posa in opera.

Tutti i cavi saranno da fissare ai canali/passarelle, e alle strutture, con apposite fascette di materiale plastico da prevedere:

- ogni 4-5 m di percorso su passerelle orizzontali
- ogni 0.5 m di percorso nei tratti verticali od obliqui di salita o discesa

I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali pieni (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

Le curvature dovranno essere effettuate con raggio non inferiore a quello indicato dai costruttori.

I cavi andranno posati con temperature esterne superiori a 3 °C.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 28 di 72

## Identificazione cavi e connessioni terminali

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alla norma CEI 16-7 ed applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti.

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui saranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

### 7.8.2. Sistemi di posa dei cavi

Sono ammesse le seguenti tipologie di posa:

- entro tubazioni direttamente interrate
- entro tubazioni, metalliche o in PVC, in vista o incassate entro struttura: i tubi dovranno avere un diametro tale da consentire un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori
- entro canalizzazioni in vista di tipo metallico, in vetroresina o in PVC: i cavi dovranno essere disposti in modo ordinato, senza incroci. I cavi andranno legati alle canalizzazioni mediante apposite fascette con regolarità ed in corrispondenza di curve, diramazioni, cambiamenti di quota
- in cunicoli ricavati nel pavimento: i cavi vanno adagiati sul fondo del cunicolo

In ogni caso dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura prescritti dal costruttore.

Particolare attenzione va posta alla posa di conduttori entro tubazioni, onde evitare la formazione di eliche che ne impedirebbero lo sfilamento successivo.

Le derivazioni dalla dorsale verso l'utenza terminale può essere realizzata solo in corrispondenza di idonee scatole di derivazione con l'uso di morsetti aventi sezione adeguata.

Le linee dorsali dovranno mantenere la stessa sezione lungo tutto il loro sviluppo, salvo diversa ed esplicita indicazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 29 di 72

Ogni cavo (anche quelli relativi agli impianti speciali) deve essere identificabile, tramite apposita marcatura (fascette o anelli), non solo alle sue estremità ma anche in corrispondenza di ciascuna scatole di derivazione e/o di transito.

Il collegamento terminale sarà costituito da terminazioni adeguate al cavo ed all'apparecchio da connettere.

Non sono concessi aggiustamenti apportati al conduttore o ai capicorda per consentire il loro reciproco adattamento.

I cavi, in corrispondenza delle connessioni terminali, dovranno essere fissati alla struttura portante o alla cassetta tramite pressacavo. Ciò al fine di impedire sollecitazioni, di qualsiasi natura, sui morsetti della connessione.

## **7.9. Cavidotti ed accessori**

### **7.9.1. Tubazioni per posa all'interno**

#### **7.9.1.1. Generalità**

I tubi protettivi pieghevoli in materiale isolante, posati sotto pavimenti o a parete, dovranno essere almeno della serie "media"; per questi tubi non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

Per la posa in vista dovranno essere forniti invece tubi rigidi della serie "pesante"; la raccorderia dovrà essere di tipo a pressatubo o filettata, a seconda dei casi, mentre il fissaggio in vista dovrà essere eseguito impiegando morsetti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto. Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1 m e dovranno essere previsti supporti in corrispondenza di curve e derivazioni.

Si dovranno utilizzare tubi metallici in acciaio (con o senza saldature) quando siano prevedibili violente sollecitazioni meccaniche.

Per impianti da realizzare in luoghi con pericolo di esplosione dovranno essere utilizzate tubazioni metalliche idonee senza saldature, e comunque conformi alle specifiche normative in materia di impianti in luoghi con pericolo di esplosione.

Per evitare fenomeni di accoppiamento induttivo, tutti i conduttori unipolari relativi allo stesso circuito dovranno essere posati nel medesimo tubo. Il raggio di curvatura dei tubi non dovrà essere inferiore a 3 volte il diametro esterno dei tubi stessi, e comunque in accordo con le prescrizioni dei costruttori.

La posa dovrà essere eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari; le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali e comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti; saranno tollerati, ove necessario, percorsi obliqui per le sole tubazioni pieghevoli incassate nel massetto dei pavimenti.

Dovranno essere evitate le giunzioni tra tubi di diametro diverso, salvo l'utilizzo di accessori specifici.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 30 di 72

Accessori specifici dovranno essere utilizzati anche per realizzare le eventuali giunzioni fra tubazioni di differente tipologia (ad es. rigida e flessibile). Il serraggio con clips strette con viti sarà ammesso solo sul lato tubo rigido e solo qualora non venga ridotto il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse nei documenti di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno le tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali staffe e morsetti di fissaggio, dovranno essere in materiale plastico o in acciaio inossidabile. All'interno di detti locali le varie parti costituenti i cavidotti (tratti rettilinei, curve, ecc.) dovranno essere collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Negli impianti in vista (con grado di protezione IP55 salvo diversa indicazione) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette dovrà avvenire tramite adatto pressatubo, tale da non ridurre il grado di prestazione previsto.

Allo scopo di facilitare l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi, sulle tubazioni non dovranno essere eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180°, nel percorso compreso tra due cassette di transito/derivazione. Analogamente, nei tratti rettilinei non dovrà essere superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il diametro interno del tubo protettivo deve essere superiore a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio dei cavi.

Il diametro delle tubazioni non dovrà comunque essere inferiore a quello riportato negli elaborati di progetto.

Prima della chiusura di tracce, controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni

#### 7.9.1.2. Tubazioni isolanti di tipo pieghevole

Le tubazioni di questo tipo dovranno essere generalmente utilizzate per la posa sottotraccia a parete, soffitto o pavimento, curando che in tutti i punti risultino ricoperte da almeno 20 mm di intonaco/massetto; queste tubazioni potranno essere utilizzate anche entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich e, occasionalmente, per brevi tratti di raccordo entro controsoffitto.

Dovranno essere conformi alla Norma CEI EN 50086-1 , CEI EN 50086-2-2, CEI 23-14 e dotati di marchio IMQ.

I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo).

Dovrà essere evitato, salvo esplicita deroga da parte della DL, l'uso di queste tubazioni per posa interrata; nell'eventualità, la tubazione dovrà essere protetta da idoneo getto di calcestruzzo, anche in relazione alla profondità di posa prevista.

La tabella che segue riporta, a titolo indicativo, il diametro della tubazione necessaria in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere; in ogni caso il diametro minimo delle tubazioni da utilizzare dovrà essere pari a 20 mm.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione		Foglio 31 di 72

Cavi			Sezione (mm <sup>2</sup> )					
U <sub>0</sub> /U*	Tipo	n°	1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) N07V-K N07G9-K	1	20	20	20	20	20	
		2	20	20	20	25	32	
		3	20	20	25	32	32	
		4	20	20	25	32	32	
		5	20	25	25	32	40	
		6	20	25	32	32	40	
		7	20	25	32	32	40	
		8	25	32	32	40	50	
		9	25	32	32	50	50	
	Cavo multipolare PVC FROR	Bipolare	1	20	25	25	32	40
			2	32	40	50	50	63
			3	40	50	50	63	-
		Tripolare	1	20	25	25	32	40
			2	40	40	50	63	63
			3	40	50	50	63	-
Quadripolare	1	25	25	32	32	50		
	2	40	50	50	63	-		
	3	50	50	63	-	-		
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1	1	25	25	25	25	32	
		2	40	40	50	50	50	
		3	50	50	50	63	63	
		4	50	50	63	63	-	
		5	63	63	63	63	-	
		6	63	63	63	-	-	
		7	63	63	63	-	-	
		8	-	-	-	-	-	
		9	-	-	-	-	-	
	Cavo multipolare PVC o gomma FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1	Bipolare	1	25	32	32	32	40
			2	50	50	63	63	-
			3	63	63	63	-	-
		Tripolare	1	25	32	32	32	40
			2	50	50	63	63	-
			3	63	63	63	-	-
		Quadripolare	1	32	32	32	40	40
			2	50	63	63	-	-
			3	63	63	-	-	-

Grandezza minima (mm) dei tubi pieghevoli in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

### 7.9.1.3. Tubazioni isolanti di tipo rigido

Le tubazioni di questo tipo dovranno essere generalmente utilizzate per la posa in vista (a parete, a soffitto, in controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato). Non sarà ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove si prevedono forti sollecitazioni meccaniche.

Dovranno essere conformi alla Norma CEI 23-39, CEI 23-54 e dotati di marchio IMQ.

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi dovranno essere ottenuti o impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere, conformi alle norme di prodotto, ovvero eseguendo i manicotti e le curve a caldo, direttamente sul posto di posa; nel caso in cui fosse adottato questo metodo, le giunzioni dovranno essere eseguite in modo che le estremità siano

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione		Foglio 32 di 72

sovrapposte per un tratto pari a circa 1-2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo.

Nei casi in cui dovessero essere necessarie tubazioni di diametro maggiore rispetto a quelli contemplati dalle norme CEI di prodotto, dovranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm, per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove di resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e di isolamento, oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10.

Nel caso di tubi del tipo filettabile, le giunzioni dovranno essere ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno dovranno essere ottenuti o con curve ampie con estremità filettate internamente, o tramite piegatura a caldo.

La tabella che segue riporta, a titolo indicativo, il diametro della tubazione necessaria in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere; in ogni caso il diametro minimo delle tubazioni da utilizzare dovrà essere pari a 20 mm.

U <sub>0</sub> /U*	Cavi		n°	Sezione (mm <sup>2</sup> )				
	Tipo			1,5	2,5	4	6	10
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) N07V-K N07G9-K		1	20	20	20	20	20
			2	20	20	20	20	25
			3	20	20	20	25	32
			4	20	20	20	25	32
			5	20	20	20	32	32
			6	20	20	25	32	40
			7	20	20	25	32	40
			8	25	25	32	40	50
			9	25	25	32	40	50
	Cavo multipolare PVC FROR	Bipolare	1	16	20	20	25	32
			2	32	40	40	50	-
			3	40	40	50	50	-
		Tripolare	1	16	20	20	25	40
			2	32	40	40	50	-
			3	40	50	50	-	-
Quadripolare	1	20	20	25	32	40		
	2	40	40	50	50	-		
	3	40	50	50	-	-		
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		1	20	20	20	25	50
			2	40	40	40	40	50
			3	40	50	50	50	-
			4	50	50	50	50	-
			5	50	50	-	-	-
			6	-	-	-	-	-
			7	-	-	-	-	-
			8	-	-	-	-	-
			9	-	-	-	-	-
	Cavo multipolare PVC o gomma FG7(O)M1 - FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1	Bipolare	1	25	25	25	32	32
			2	40	50	50	-	-
			3	50	50	-	-	-
		Tripolare	1	25	25	25	32	32
			2	50	50	50	-	-
			3	50	-	-	-	-
		Quadripolare	1	25	25	32	32	40
			2	50	50	-	-	-
			3	-	-	-	-	-

Grandezza minima (mm) dei tubi rigidi in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 33 di 72

#### 7.9.1.4. Tubazioni isolanti di tipo flessibile (guaine)

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa in vista entro controsoffitto, ovvero per il raccordo di tubazioni rigide agli apparecchi utilizzatori.

Saranno costituito da un tubo in materiale isolante morbido, internamente liscio e rinforzato da una spirale di sostegno in PVC ovvero in acciaio zincato.

La spirale dovrà avere caratteristiche (passo dell'elica, rigidità, ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura ( $r_{min} = 2 \times diam_{int.}$ ) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento.

#### 7.9.1.5. Tubazioni metalliche di tipo rigido

##### **Tubazioni in acciaio zincato leggero**

Saranno in acciaio trafilato con sezione perfettamente circolare, zincato a fuoco e filettabile, e saranno generalmente impiegate per la posa in vista all'interno.

Nel caso di impiego per l'esecuzione di impianti "stagni" (grado di protezione non inferiore a IP 44) dovranno essere impiegati i seguenti accessori in acciaio zincato: per le giunzioni, manicotti filettati o raccordi in tre pezzi; per i cambiamenti di direzione, curve ampie con estremità filettate o curve ispezionabili stagne (oppure potrà essere adottato il sistema della piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura); per i collegamenti a canali o contenitori, ghiera e controghiera. Nel caso di impiego in impianti in cui non sia richiesta l'esecuzione stagna potranno essere impiegati manicotti, curve e raccordi in lega leggera di tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti e, qualora il tubo costituisca "massa", essere effettuato il collegamento a terra delle estremità.

##### **Tubazioni in acciaio zincato pesante**

Saranno del tipo "Mannesmann", senza saldatura, zincate a fuoco, internamente lisce e con estremità filettate; saranno generalmente impiegate per la posa in vista all'interno e all'esterno. E' tollerata la posa interrata, purchè il tubo sia protetto inferiormente e superiormente con almeno 10 cm di calcestruzzo oppure rivestito con tela di juta catramata.

Le giunzioni potranno essere ottenute impiegando manicotti filettati in acciaio zincato. Analogamente i cambiamenti di direzione saranno ottenuti con curve ampie con estremità filettate; fino al diametro di 1"1/4 potranno essere ottenuti anche per piegatura diretta, evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura. Nel caso di impiego all'esterno di luoghi con pericolo di esplosione ed incendio, potranno essere impiegati anche manicotti, curve e raccordi in lega leggera del tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti. Su tutti i tagli eseguiti dovranno essere accuratamente eliminate sbavature o spigoli taglienti che possano danneggiare i cavi.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti e, qualora il tubo costituisca "massa", essere effettuato il collegamento a terra delle estremità.

##### **Tubazioni in acciaio inox**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 34 di 72

Saranno del tipo “conduit” in acciaio inox, con le pareti interne completamente lisce e prive di qualsiasi asperità, per facilitare l'infilaggio dei cavi elettrici evitandone possibili abrasioni. Saranno di tipo filettabile e fornite complete di manicotto.

### **Tubazioni metalliche di tipo flessibile**

Dovranno essere costituite da un tubo flessibile a spirale in acciaio zincato, a doppia aggraffatura, con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC autoestinguento. La guaina esterna dovrà presentare internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile, allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci. Per il collegamento a tubi di altro tipo, canali, cassette o altro, dovranno essere impiegati esclusivamente i raccordi previsti allo scopo dal costruttore.

#### **7.9.2. Tubazioni per posa all'esterno**

Le tubazioni interraste dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto o indicazione della DL):

- Dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto
- Dovranno essere di materiale termoplastico (polietilene) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento ( $\geq 450$  N), in relazione al tipo di posa previsto
- Doppia parete esterna corrugata ed interna liscia
- Dovranno avere giunti di tipo a bicchiere, sigillati con apposito collante, ovvero di tipo filettato, per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo
- Dovranno essere posate a circa 0,5 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di almeno 5 cm di spessore; in ogni caso, la metodologia di posa dovrà essere coerente con il tipo di tubazione utilizzata, oltre che con le prescrizioni di enti pubblici eventualmente proprietari dei luoghi e di enti fornitori di sottoservizi, in tema di parallelismi ed incroci con gli stessi
- Sopra il cavidotto dovrà essere posato nastro avvisatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di progetto o DL
- Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli indicativi di 50 m (per impianti speciali e di bassa tensione) o 100 m (per impianti di media tensione) o 300 m (per le fibre ottiche) nei tratti rettilinei, attestarsi a pozzetti di ispezione completi di contrassegno di identificazione (scritta con vernice resistente o targhette fissate tramite tasselli ad espansione)
- Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fori adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua al loro interno
- I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua all'interno della tubazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 35 di 72

- Il tratto entrante nel fabbricato deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua nello stesso
- Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse e sigillate con tappo o passacavo stagno
- Prima della chiusura degli scavi dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni

Dovranno essere conformi alla Norma CEI 23-39, CEI 23-46 e dotati di marchio IMQ.

In linea di principio (se non diversamente indicato negli elaborati di progetto), nello stesso tubo non dovranno essere presenti conduttori afferenti a servizi diversi, anche qualora funzionanti alla medesima tensione di esercizio.

I tubi posati per riserva dovranno comunque essere dotati di opportuni fili-pilota, in materiale non soggetto a ruggine, e dovranno essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

Nel caso si utilizzino tubazioni metalliche rigide esse dovranno essere del tipo "Mannesmann" senza saldatura, conformi alle tabelle UNI 8863 zincati a caldo secondo le tabelle UNI 5745, ovvero del tipo elettrosaldato, purché le saldature siano realizzate con procedimenti che assicurino l'eliminazione di eventuali sbavature interne e zincati secondo procedimento Sendzimir.

Nel caso di tubi di tipo elettrosaldato, l'accoppiamento con cassette, quadri, apparecchiature e la giunzione tra tubo e tubo dovrà avvenire con raccordi tali da non richiedere la filettatura del tubo stesso e garantire la tenuta meccanica e il grado di protezione richiesto.

I raccordi/sostegni dovranno essere dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

### 7.9.3. *Canali e passerelle*

#### 7.9.3.1. Generalità

Le dimensioni dei canali/passerelle portacavi non dovranno essere inferiori a quelle riportate negli elaborati di progetto. In ogni caso dovrà essere garantita una riserva di spazio pari al 50% della sezione totale utile della canalizzazione.

Se uno stesso canale è occupato da circuiti a tensione diversa, deve essere munito di setti separatori; i setti saranno provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali, ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi. In alternativa, si può posare all'interno del canale un secondo canale di dimensioni ridotte oppure un tubo protettivo o infine si può utilizzare lo stesso livello di isolamento (commisurato alla massima tensione presente) per tutti i conduttori.

Prima della chiusura di controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle canalizzazioni.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 36 di 72

Dove si prevede l'installazione di più canalizzazioni, sovrapposte o affiancate, si dovrà considerare nella posa un'interdistanza tale da consentire la futura posa di nuovi conduttori e l'esecuzione di eventuali lavori di manutenzione. Salvo diverse indicazioni, tra due canali sovrapposti si dovrà lasciare una distanza netta non inferiore a 200 mm.

Il collegamento tra due elementi costituenti la canalizzazione dovrà essere realizzato tramite appositi giunti e non mediante saldature; i canali dovranno infatti essere costituiti da elementi componibili, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo eventuali tagli e forature.

I canali dovranno essere opportunamente contrassegnati, con passo regolare non superiore a 15 m, mediante etichette (metalliche o plastiche) da fissare sul fondo o sul bordo del canale. Tali etichette, aventi dimensioni minime di 100x300 mm, dovranno avere colorazione tale da rispettare la seguente codifica:

- rosso: rete MT
- azzurro: rete bt (normale e privilegiata)
- giallo: impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, citofonico, diffusione sonora,...)
- arancio: impianti speciali di sicurezza (rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi,..)
- nero: impianti speciali in genere
- verde: impianti di sicurezza (esempio: illuminazione di sicurezza)
- bianco: alimentazione da gruppo elettrogeno (fino al dispositivo, o quadro, di commutazione rete-gruppo)

Di tale codifica si dovranno fornire tabelle esplicative da collocare in maniera visibile all'interno dei locali tecnici dedicati ai quadri elettrici e/o nelle tasche porta schemi previste all'interno dei quadri stessi.

Tutte le variazioni dei percorsi (relativi a tubazioni e a canalizzazioni) rispetto a quelli di progetto dovranno essere preventivamente approvate dalla DL, ed essere riportate sui disegni da consegnare al Committente al termine dei lavori stessi.

Canali, passerelle e tubi protettivi, se metallici, sono generalmente da considerare masse e vanno pertanto collegati a terra; non sono da considerare masse, e non è pertanto necessario il loro collegamento a terra, qualora contengano soltanto cavi in classe II di isolamento: in tal caso il collegamento a terra non è comunque vietato.

#### 7.9.3.2. Canali e passerelle metalliche

##### **Prescrizioni comuni**

Per la sospensione dei canali saranno impiegate mensole che potranno essere ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete, con classe di resistenza al fuoco REI 120 qualora richiesto dagli elaborati di progetto, in modo da avere sempre un lato libero per

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 37 di 72

l'inserimento dei cavi. I sostegni saranno di tipo prefabbricato, di materiale e finitura conforme al canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale. La viteria e bulloneria sarà in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. La distanza tra due sostegni dovrà essere generalmente non superiore a 1.5 m e comunque tale che la freccia massima d'inflexione misurata non risulti superiore a  $D/100$  dove per D si intende il passo tra i sostegni, secondo quanto indicato dalla Norma EN 61537. Le staffe e le mensole dovranno essere dimensionate considerando un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2. L'Appaltatore è tenuto a presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensola e la loro interdistanza, in funzione delle specifiche tipologie commerciali individuate in sede di approvazione materiali. In ogni caso lo spessore minimo dei supporti dovrà essere pari almeno a 2.5 mm.

La distanza del canale dal soffitto, o da un'altro canale sovrapposto, dovrà essere di almeno 200 mm.

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa, oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne. Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc.. In ogni caso, gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo. Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni con testa tonda e larga, posta all'interno del canale e muniti di rondella.

Ove sia richiesto, o comunque necessario, il coperchio da installare avrà caratteristiche analoghe al canale e sarà fissato a scatto o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio; non è consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne. Il coperchio dovrà avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti e dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza, anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

Il grado di protezione richiesto per la canalizzazione risulta precisato negli elaborati di progetto e sarà ottenuto mediante l'utilizzo di specifici accessori forniti dal costruttore; il grado di protezione richiesto dovrà essere mantenuto anche in corrispondenza di punti di giunzione, collegamenti con tubazioni, cassette, ecc..

### **Canalizzazioni in acciaio zincato e/o verniciato**

L'utilizzo di questo tipo di canalizzazione sarà generalmente riservato ai percorsi delle dorsali principali di distribuzione, con posa in vista, in appoggio diretto alle strutture (ad es. nel caso di locali o percorsi tecnici) ovvero all'interno di controsoffitti o pavimenti flottanti (tipicamente nei corridoi o nei principali locali tecnici).

Nei cavedi verticali e nei contropavimenti dei locali tecnici si possono utilizzare passerelle del tipo a traversini (scale portacavi). Ove sia necessario realizzare percorsi particolarmente complessi, e

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <span style="float: right;">Foglio 38 di 72</span>

comunque ove prescritto a progetto, si potranno utilizzare passerelle del tipo a rete (griglie portacavi) che consentono l'utilizzo di un numero molto modesto di pezzi speciali ed accessori.

Per i canali zincati e/o verniciati (in particolare con zincatura per immersione dopo la lavorazione), dovrà essere ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, ecc.; oltre, ovviamente, alla zincatura per immersione, potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quali minio o cromato di Pb. Tutti gli eventuali tagli effettuati su canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti, proteggendo eventualmente il taglio con guarnizioni opportune. I fori e le asolature effettuate per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi o guarnizioni in materiale isolante.

I canali e coperchi di tipo verniciato, dovranno essere corredati di idonei morsetti (o aree di collegamento prive di verniciatura) onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica della canalizzazione.

### **Canalizzazioni in acciaio inox**

L'utilizzo di questo tipo di canalizzazione sarà generalmente riservato ai percorsi in ambienti con atmosfera aggressiva, ovvero dove i prodotti rilasciati dai canali sottoposti ad incendio possano risultare particolarmente pericolosi (ad es. gallerie stradali e ferroviarie); saranno tipicamente installati con posa direttamente in vista, in appoggio diretto alle strutture.

I canali / passerelle di questo tipo dovranno essere con bordo rinforzato e arrotondato, in acciaio inox AISI 304L / 316L (secondo prescrizioni di progetto); saranno forniti completi di staffe, giunti, pezzi speciali e mensole di sostegno di tipo regolabile in altezza, controventature in acciaio inox dello stesso tipo del canale e spessore adeguato all'entità dei pesi installati all'interno del canale (ovvero fissati allo stesso: ad es. apparecchi illuminanti fissati al canale).

Il dimensionamento dei tasselli, di tipo chimico, dovrà essere eseguito sulla base del peso della struttura del sistema di cavidotto attrezzato, delle linee in cavo e delle apparecchiature, corredate degli accessori di dotazione, maggiorato di un congruo coefficiente di sicurezza.

## **7.10. Contenitori ed accessori**

### **7.10.1. Generalità**

I cavi e le giunzioni posti all'interno delle cassette non dovranno occupare più del 50% del volume interno delle stesse. Le connessioni (giunzioni e derivazioni) andranno eseguite con appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte (inaccessibilità al dito di prova e quindi grado di protezione almeno IPXXB). Le giunzioni effettuate tramite attorcigliamento e nastratura non saranno ammesse. Non dovranno essere effettuate giunzioni e derivazioni entro tubi. Potranno invece essere effettuate giunzioni nei canali, solo nel caso di collegamenti aventi lunghezza maggiore della pezzatura di fabbrica, purché le parti attive siano inaccessibili al dito di prova e purché i cavi uniti abbiano lo stesso colore. Non devono inoltre essere realizzate giunzioni entro le scatole porta-apparecchi. E' ammesso l'entra esci sui morsetti di prese purché esistano doppi morsetti o morsetti dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare senza ridurre la sezione. Le cassette di giunzione installate all'esterno

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <table border="1" data-bbox="1420 235 1538 297"> <tr> <td>Foglio 39 di 72</td> </tr> </table>	Foglio 39 di 72
Foglio 39 di 72		

devono avere grado di protezione almeno IP44 e devono essere poste ad almeno 200 mm dal suolo. Per evitare pericolosi fenomeni di condensa, le tubazioni interrato devono essere sigillate prima di essere allacciate a quadri o cassette.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile, montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere indiretto a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a serraggio diretto.

Le derivazioni potranno, su esplicita richiesta, essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante, ovvero con morsetti a guscio. Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che vi saranno attestati.

I coperchi delle cassette dovranno essere fissati con viti imperdibili. Ove richiesto, o comunque necessario, tra i coperchi e le cassette dovranno essere interposte guarnizioni del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

Nella stessa cassetta potranno attestarsi, salvo deroghe, solamente cavi appartenenti ad un solo servizio (luce, FM, vari impianti speciali). Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse. In nessun caso, salvo deroghe ed accorgimenti da definire, le cassette destinate agli impianti speciali (di segnale) potranno essere utilizzate per impianti ordinati (di potenza).

Salvo diversa indicazione in altri elaborati di dettaglio del progetto, o diversa indicazione della DL, per ogni locale (o coppia di locali adiacenti o affacciati) dovrà essere installata una cassetta di derivazione principale collocata lungo lo sviluppo del collegamento dorsale, nonché una cassetta secondaria posta all'interno del locale stesso.

Le cassette dovranno essere poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e le dimensioni delle cassette installate. Il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione con classe di resistenza al fuoco REI 120, qualora richiesto negli elaborati di progetto, e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo; lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, zanche, dimensionati per sostenere la cassetta.

Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile. Le sigle dovranno essere poste sulla superficie interna del coperchio solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; per le altre, le sigle dovranno essere poste sulla superficie esterna. Cassette destinate a più impianti e/o servizi diversi dovranno essere complete di adeguati separatori interni e riportare le sigle di tutti gli impianti contenuti.

Le sigle da utilizzare sono le seguenti:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 40 di 72

- illuminazione normale: L(N)
- illuminazione privilegiata: L(P)
- illuminazione di sicurezza: L(S)
- illuminazione in genere: L
- circuiti FM normale: FM(N)
- circuiti FM privilegiata: FM(P)
- forza motrice in genere: FM
- circuiti di potenza a tensione nominale diversa (es. 12 Vca oppure 24 Vcc): 12Vca (24Vcc)
- impianti speciali di sicurezza (rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi,..): SPS
- impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, TV, citofonico, diffusione sonora,..): SPC
- impianti speciali in genere: SP

#### 7.10.2. *Cassette di derivazione isolanti in vista*

Dovranno essere in materiale isolante autoestinguente e dotate di coperchio fissato con viti o con sistema a 1/4 di giro o equivalente; preferibilmente, il coperchio dovrà essere fissato per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica che consenta l'apertura a cerniera del coperchio. In alternativa, le viti dovranno essere rese imperdibili ed essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non saranno ammesse viti di tipo autofilettante.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti. Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà pertanto essere superiore a quanto previsto dal costruttore. In tali cassette il taglio degli eventuali passacavi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia ridotto il grado di protezione prescritto. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

#### 7.10.3. *Cassette di derivazione metalliche*

Dovranno essere di costruzione robusta con resistenza agli urti e grado di protezione IP adeguati alla loro ubicazione.

Le superfici interne dovranno essere trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

Dovranno essere dotate di coperchio fissato con viti o con sistema a 1/4 di giro o equivalente. Le viti dovranno essere rese imperdibili ed essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 41 di 72

trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

I pressacavi dovranno essere in acciaio inossidabile o ottone.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti. Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quanto previsto dal costruttore. Dovranno essere fornite dal costruttore con i fori adeguati all'installazione, complete di morsetto di messa a terra adeguato al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>.

## 7.11. Impianti terminali

### 7.11.1. Generalità

Si riportano innanzitutto le seguenti note di carattere generale.

Il telaio sarà realizzato in materiale plastico autoestinguento con possibilità di installare da 1 a N elementi componibili. Sarà realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi. Avrà struttura meccanica robusta e atta al bloccaggio rapido degli apparecchi. Sarà infine fissato alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola incassata.

La placca sarà fissata al telaio mediante sistema a scatto. Per l'estrazione successiva della stessa dovrà essere impiegato un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI. Sarà in materiale termoplastico (bianco o colorato) o metallico secondo le specifiche e recherà il numero di fori pari a quelli del telaio.

La scatola di contenimento sarà in materiale termoplastico di dimensioni adeguate al telaio e ai frutti da installare. Incassata nelle pareti al grezzo prima dell'intonaco in modo che alla fine risulti a filo finitura.

Per realizzare un impianto impropriamente definito "stagno" si dovranno adottare tutti gli accessori opportuni in modo da ottenere, per le apparecchiature, il grado di protezione richiesto. Dovranno essere impiegate placche fornite di membrana e guarnizione di tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili (es. prese). Il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP44 e comunque rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

Le prese a spina per uso domestico e similare (monofasi) possono essere utilizzate dove non ne è previsto un uso gravoso con forti urti e vibrazioni. Le prese a spina installate in ambienti soggetti a spruzzi d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP44. Le prese a spina soggette a getti d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP55.

L'asse di inserzione delle prese a spina deve risultare orizzontale e ad almeno 175 mm dal piano di calpestio se a parete, 70 mm se da canalizzazione o zoccoli e 40 mm se da torrette o calotte

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione

sporgenti da pavimento. In quest'ultimo caso è necessario che il fissaggio delle torrette a pavimento assicuri almeno il grado di protezione IP52.

Le prese a spina installate in punti dove la corrente di cortocircuito supera i 5 kA devono essere abbinate ad interruttore interbloccato con la presa a spina stessa. La corrente nominale dell'interruttore automatico posto a protezione del circuito prese a spina non deve superare la corrente nominale di ognuna delle prese a spina servite (16 A per prese a spina bipasso 10/16 A).

Per l'alimentazione di utenze in continuità assoluta o di particolari utilizzatori (ad esempio lavabiancheria e lavastoviglie) spesso dotati di spine di tipo schuko devono essere installate prese tipo P30 con terra laterale e centrale adatte a ricevere spine sia tipo schuko che spine a poli allineati. Le prese sotto continuità assoluta dovranno essere chiaramente individuabili e distinte dalle prese sotto la rete normale (ad esempio ricorrendo all'uso di prese aventi colorazione diversa).

Le prese a spina di tipo industriale (prese CEE) devono essere utilizzate in tutti i casi in cui siano richieste prese a spina monofasi con corrente nominale superiore a 16 A oppure prese a spina trifasi oppure ancora in tutti i casi in cui le prese siano soggette ad un utilizzo gravoso in termini di urti o vibrazioni. Nel collegare le prese a spina di tipo industriale si dovrà mantenere costante il senso ciclico delle fasi ad evitare che il motore di un utilizzatore alimentato da prese diverse possa invertire il senso di marcia. Le prese a spina devono essere protette da un interruttore automatico o da fusibile con corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese stesse: tale protezione può essere singola o comune a più prese.

Per quanto concerne i conduttori relativi agli impianti terminali essi si dovranno scegliere in modo tale da soddisfare le condizioni prescritte dalla normativa vigente in relazione alla protezione da sovraccarico e da corto circuito. Inoltre non si dovranno superare i limiti massimi ammessi per la caduta di tensione. In ogni caso le sezioni minime dei conduttori per l'alimentazione terminale dovranno essere superiori a quelle indicate nella seguente tabella:

Utenza	Cavi in PVC	Cavi in Gomma
Alimentazione di singolo punto luce	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>
Alimentazione di più punti luce	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>
Alimentazione di singoli punti presa da 16 A	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>
Alimentazione di più punti presa da 16 A	6 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
Alimentazione di singoli punti presa fino a 32 A	6 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
Alimentazione di più punti presa fino a 32 A	10 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>

### 7.11.2. Punti luce

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 43 di 72

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti “punti luce” ci si riferisce al concetto di “punto luce equivalente”, inteso come l’insieme di tutti i materiali necessari all’alimentazione di un apparecchio illuminante (o altro apparecchio similare).

Nel punto luce equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare l’allacciamento, a partire dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione predisposta per l’allacciamento dell’utilizzatore (quest’ultimo escluso).

Resta inteso fin d’ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

### **Punto luce equivalente in vista**

Il punto luce equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- condotta terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all’utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, saranno utilizzati guaina spiralata in PVC, ovvero tubo rigido in acciaio zincato, di diametro equivalente); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti luce, nell’ottica di un maggior ordine nella stesura dell’impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove richiesto, la condotta terminale potrà essere costituita da cavo con guaina posato in vista e privo di protezione meccanica aggiuntiva
- cassetta terminale del punto luce (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a soffitto o parete, completa di pressatubo e passacavo); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui l’apparecchio non sia idoneo all’ingresso di una tubazione, ma necessiti di uno spezzone di cavo per il raccordo tra cassetta terminale e apparecchio (lo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 44 di 72

spezzone è compreso nel punto luce). In ogni caso la cassetta terminale sarà installata qualora sia prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo.

### 7.11.3. Punti comando

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti "punti comando" ci si riferisce al concetto di "punto comando equivalente", inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari alla realizzazione di un punto che consenta il comando di un apparecchio illuminante (o altro apparecchio similare).

Nel punto comando equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare tale comando, a partire dalla cassetta secondaria di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale di comando in partenza dal quadro di distribuzione e fino all'apparecchiatura di comando (quest'ultima compresa).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

#### **Punto comando equivalente in vista**

Il punto comando equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera, installata lungo la dorsale di comando (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- ovvero quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- condotta terminale in partenza dalla cassetta principale o secondaria fino all'apparecchiatura di comando (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti comando, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove opportuno, alcuni tratti della condotta terminale potranno essere comuni anche alla condotta terminale del rispettivo punto luce comandato
- quota parte della cassetta terminale del punto comando (trattasi generalmente di cassetta portafrutto in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti comando compatibili)
- quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti comando compatibili

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 45 di 72

- apparecchiatura di comando costituita da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'Elenco Prezzi Unitari
- tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti comando compatibili

#### 7.11.4. *Punti regolazione*

In completa analogia a quanto definito per i comando, prevalentemente ma non esclusivamente utilizzati per il comando di circuiti luce, si definiscono i “punti regolazione” destinati al comando ed alla regolazione di utenze diverse (ad es. termostati, cronotermostati, ecc.).

Per la definizione e la formazione tipica di questi punti si rimanda a quanto già descritto in precedenza per i “punti comando”; le variazioni riguardano soltanto gli specifici apparecchi terminali che assolvono le funzioni di regolazione richieste.

#### 7.11.5. *Punti alimentazione diretta*

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti “punti alimentazione diretta” ci si riferisce al concetto di “punto alimentazione diretta equivalente”, inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari all'alimentazione di un apparecchio utilizzatore.

Nel punto alimentazione diretta equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare l'allacciamento, a partire dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione predisposta per l'allacciamento dell'utilizzatore (quest'ultimo escluso).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

#### **Punto alimentazione diretta equivalente in vista**

Il punto alimentazione diretta equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 46 di 72

cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)

- quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo)
- condotta terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo; ove richiesto, saranno utilizzati guaina spiralata in PVC, ovvero tubo rigido in acciaio zincato, di diametro equivalente); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti alimentazione, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove previsto, la condotta terminale potrà essere costituita da cavo con guaina posato in vista e privo di protezione meccanica aggiuntiva
- cassetta terminale del punto alimentazione (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a soffitto o parete, completa di pressatubo e passacavo); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui l'utilizzatore non sia idoneo all'ingresso di una tubazione, ma necessiti di uno spezzone di cavo per il raccordo tra cassetta terminale e utilizzatore (lo spezzone è compreso nel punto alimentazione). In ogni caso la cassetta terminale sarà installata qualora sia prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo.

#### 7.11.6. *Punti utilizzatori*

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti "punti utilizzatori" ci si riferisce al concetto di "punto utilizzatore equivalente", inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari alla realizzazione di un punto che consenta l'utilizzo dell'energia secondo svariate funzionalità.

Nel punto utilizzatore equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare tale utilizzo; si comprendono cioè, oltre all'utilizzatore vero e proprio, anche il relativo punto alimentazione/allacciamento come definito in precedenza, a partire cioè dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione di allacciamento all'utilizzatore (quest'ultimo compreso).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

#### **Punto utilizzatore equivalente, serie civile in vista**

Il punto utilizzatore serie civile in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 47 di 72

- quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)
- quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- condotta terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, sarà utilizzato tubo rigido in acciaio zincato di diametro equivalente); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove i singoli utilizzatori siano predisposti per un collegamento in "entra-esce", lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- quota parte della cassetta terminale del punto utilizzatore (trattasi generalmente di cassetta portafrutto in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti utilizzatore compatibili
- apparecchio utilizzatore costituito da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'Elenco Prezzi Unitari
- tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti utilizzatore compatibili

#### **Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in vista**

Il punto utilizzatore serie industriale in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 48 di 72

- condotta terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, sarà utilizzato tubo rigido in acciaio zincato di diametro equivalente); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un "quadretto prese" (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- quota parte della cassetta terminale di ripartizione, ovvero della base modulare, necessarie alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di base in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'Elenco Prezzi Unitari
- eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

#### **Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in acciaio inox in vista**

Il punto utilizzatore serie industriale in acciaio inox in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- quota parte della cassetta di derivazione o transito principale in acciaio inox, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- condotta terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in acciaio inox, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavo con guaina di formazione adeguata, compreso PE); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un "quadretto prese" (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- quota parte della cassetta terminale in acciaio inox necessaria alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale in pressofusione di alluminio, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'Elenco Prezzi Unitari
- eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

#### **Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in alluminio in vista**



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 49 di 72

Il punto utilizzatore serie industriale in alluminio in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- conduttura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in acciaio zincato, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavo con guaina di formazione adeguata, compreso PE); è ammesso che tratti di conduttura terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduttura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un "quadretto prese" (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- quota parte della cassetta terminale in pressofusione di alluminio necessaria alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale in pressofusione di alluminio, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'Elenco Prezzi Unitari
- eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

#### **Pulsante di sgancio ad accesso protetto, in vista**

Il punto pulsante di sgancio in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- quota parte della cassetta di derivazione o transito installata lungo la dorsale, ove necessaria (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione, e presente nel caso in cui sia prevista la duplicazione dello sgancio mediante altri pulsanti in parallelo)
- canalizzazioni in partenza dal punto pulsante fino alla canalizzazione di dorsale e da quest'ultima fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (lato pulsante, trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm per contenere cavo con guaina di formazione adeguata, idoneo anche all'alimentazione di eventuali spie di segnalazione; lato bobina, la tipologia di canalizzazione è funzione della posizione del quadro dove si trova la bobina da comandare)
- qualora compreso nel punto (ovvero conteggiato a parte) cavo in partenza dal punto pulsante fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (la tipologia e le caratteristiche del cavo sono funzione del tipo di sgancio da operare e dei luoghi che la linea di sgancio deve attraversare; in mancanza di indicazioni specifiche, si utilizzerà un cavo multipolare con guaina, del tipo resistente al fuoco)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>	<p>Foglio 50 di 72</p>

- cassetta terminale per l'alloggiamento del pulsante di sgancio (trattasi generalmente dell'involucro di base del pulsante stesso, installato in vista a parete)
- pulsante di sgancio della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'Elenco Prezzi Unitari , e individuabile in modo inequivocabile rispetto agli altri apparecchi di comando; il pulsante dovrà essere tale che non sia possibile avviare la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e, viceversa, che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l'ausilio di un attrezzo o di una chiave.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 51 di 72

### 7.11.7. Altezza di installazione apparecchiature

Le quote di installazione delle apparecchiature (punti di comando e prese) devono essere conformi alle indicazioni della guida CEI 64-50. In particolare le quote di installazione, con riferimento agli assi ed al piano di calpestio finito, dovranno essere (salvo specifica indicazione riportata negli elaborati grafici):

- Comando luce:  $h =$  altezza maniglie porte,  $\sim 90$  cm (20 cm dalle porte)
- Presa in genere (salvo diversa indicazione): 40 cm (20 cm dalle porte)
- Suoneria:  $160 < h < 205$  cm
- Apparecchio di segnalazione ottica:  $250 < h < 300$  cm
- Termostato:  $150 < h < 160$  cm (20 cm dalle porte)
- Quadro elettrico o centralino:  $h = 160$  cm

## 7.12. Impianti di illuminazione

### 7.12.1. Illuminazione di interni

Prescindendo dalla modalità del sistema d'illuminazione (illuminazione diretta, indiretta, mista), l'illuminazione artificiale degli ambienti interni deve essere realizzata considerando i seguenti aspetti:

- Livello ed uniformità di illuminamento
- Temperatura e resa di colore
- Abbagliamento

Vengono nel seguito specificate alcune prescrizioni esecutive in merito.

#### 7.12.1.1. Livello ed uniformità di illuminamento

I livelli d'illuminamento medio in esercizio necessari all'interno dei vari locali dovranno essere conformi, per quanto pertinente, con le prescrizioni della norma UNI 12464-1.

In genere, l'illuminamento è calcolato, e/o misurato, su zone del compito visivo poste ad un'altezza di 0,85 m dal pavimento; mentre, nelle zone di transito all'interno dei fabbricati, ci si riferisce al piano collocato ad una quota di 0,20 m dal pavimento.

Al fine di considerare l'efficienza decrescente dell'impianto nel tempo, dovuta all'invecchiamento delle lampade, all'insudiciamento, al deterioramento delle ottiche degli apparecchi di illuminazione, alla diminuzione della riflessione delle pareti, ecc., si introduce il fattore di manutenzione pari a 0,8 in condizioni normali.

Per quanto concerne l'uniformità di illuminamento si prescrive un rapporto fra l'illuminamento minimo e quello medio, con riferimento alla zona del compito visivo, non inferiore a 0,7.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 52 di 72

In presenza di attività che richiedano livelli di illuminamento molto diversi, è conveniente prevedere per tutto l'ambiente il livello di illuminamento più basso e aggiungere un'illuminazione localizzata che permetta di raggiungere il livello di illuminamento richiesto per le attività più critiche, ferma restando la necessità di limitare il "salto" di illuminamento e garantire una adeguata uniformità delle zone circostanti, secondo le prescrizioni normative.

Nel caso di locali adiacenti l'illuminamento medio del locale più illuminato non deve essere superiore a 5 volte quello del locale meno illuminato.

#### 7.12.1.2. Temperatura e resa di colore

Le lampade per interni sono suddivise in tre gruppi secondo la tonalità del colore della luce emessa:

- Gruppo W: luce calda, temperatura di colore inferiore a 3300 K
- Gruppo I: luce intermedia o neutra, temperatura di colore compresa fra 3300 K e 5300 K
- Gruppo C: luce fredda, temperatura di colore superiore a 5300 K

L'indice di resa dei colori (Ra), variabile da 0 a 100, esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere correttamente i colori degli oggetti illuminati. Quanto maggiore è l'indice Ra tanto più sono apprezzabili i colori.

Le sorgenti luminose sono state suddivise in gruppi di resa del colore (Ra) in funzione dell'indice Ra.

Il gruppo di tonalità e di resa del colore saranno conformi a quanto previsto dalla norma UNI12464-1 e dai documenti progettuali, in ogni caso oggetto di conferma in sede di DL.

In generale, per gli ambienti interni si prescrive un indice di resa dei colori non inferiore a 80 e, per gli ambienti lavorativi, si privilegiano le tonalità di luce intermedia (tipicamente 4000 K).

#### 7.12.1.3. Abbagliamento

L'impianto di illuminazione andrà eseguito contenendo l'abbagliamento (diretto o molesto e da riflessione o riflessione velante) entro limiti accettabili (ovvero senza provocare sensazioni fastidiose ai fruitori degli ambienti stessi). La limitazione dell'abbagliamento diretto dipende dall'angolo di schermatura degli apparecchi di illuminazione e dalla loro disposizione nel locale.

Per la limitazione dell'abbagliamento, in relazione al tipo di locale, dovranno essere rispettati i valori limite di UGR previsti dalla norma UNI12464-1.

L'abbagliamento riflesso (o la riflessione velante) può essere ridotto mediante un'opportuna disposizione degli apparecchi di illuminazione rispetto ai posti di lavoro, ricorrendo a pareti e soffitti chiari ed impiegando arredi ed apparecchiature con superfici di finitura opache.

#### 7.12.1.4. Prescrizioni esecutive aggiuntive di carattere generale

L'illuminamento di eventuali vetrine dovrà contenere l'effetto specchio.

Le lampade utilizzate per l'illuminazione di merci o cose soggette a scolorimento devono essere dotate di appositi filtri per raggi infrarossi e/o ultravioletti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 53 di 72

Le lampade con riflettore dicroico devono essere installate solo su apparecchi idonei a sopportarne le elevate temperature di esercizio.

I faretti devono essere posti ad adeguata distanza da eventuali sostanze combustibili, in funzione della loro potenza:

- fino a 100 W: 0.5 m
- da 101 a 300 W: 0.8 m
- da 301 a 500 W: 1.0 m

Nell'installazione di corpi illuminanti in controsoffitto si deve prima verificare che il controsoffitto stesso sia idoneo a sostenere il peso del corpo illuminante e dei relativi accessori. Il corpo illuminante e la relativa conduttura devono essere protetti contro i contatti diretti anche se il controsoffitto non è accessibile (tale prescrizione non si applica a corpi illuminanti alimentati da circuiti SELV). Se il controsoffitto è metallico si dovranno usare apparecchi di classe I o II (evitare di installare apparecchi con involucro isolante non di classe II) e cavi in tubo isolante o in classe II.

Il collegamento in cascata (entra - esci) dei corpi illuminanti è tollerato solo se i morsetti sono doppi o appositamente predisposti.

In tutti gli uffici dove è prevedibile l'uso di videoterminali i corpi illuminanti devono essere del tipo idoneo (es. con schermo di tipo lamellare darklight).

Tutti i corpi illuminanti sono da intendersi completi di lampada e accessori, cablati ed eventualmente rifasati e dotati di protezione per radiodisturbi. La protezione per radiodisturbi deve essere estesa anche ad eventuali trasformatori elettronici per l'alimentazione di lampade a bassissima tensione. La protezione contro i radiodisturbi si intende attuata solamente in caso di presenza di apposito marchio IMQ ANTI DISTURBI RADIO.

I trasformatori elettronici devono essere installati a non meno di 20 cm dai corpi illuminanti (e da altre fonti di calore). La linea a bassissima tensione derivata da ogni trasformatore elettronico non deve comunque avere lunghezza superiore a 2 m (per limitare le cadute di tensione e l'irradiazione di radiodisturbi) e deve avere sezione commisurata alla corrente di impiego (almeno 1 mm<sup>2</sup> ogni 50 W a 12 V).

#### 7.12.1.5. Tipologie di corpi illuminanti ad uso generale

##### **Generalità**

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere completamente rispondenti alle norme CEI del Comitato Tecnico CT34 ed ad altre norme specifiche e disposizioni di legge che dovessero successivamente essere emanate, ad integrazione o sostituzione di quelle citate.

Ciascun apparecchio dovrà essere completo e funzionante in ogni sua parte, caratterizzato da robustezza, precisione di lavorazione e accuratezza di finitura, esente da vibrazioni e rumori dovuti a reattori o altri componenti.

Equipaggiato di lampade (del tipo indicato negli elaborati progettuali) ed integralmente cablato, provvisto di morsettiera sia per i collegamenti interni, sia per il collegamento ai punti luce

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 295"> <tr> <td>Foglio 54 di 72</td> </tr> </table>	Foglio 54 di 72
Foglio 54 di 72		

predisposti, sarà dotato di reattori monolampada con starter e condensatore di rifasamento separato, ovvero alimentatori elettronici monolampada. La tensione nominale di alimentazione sarà tipicamente 230 V alla frequenza di 50 Hz.

I tubi fluorescenti lineari (siano essi di diametro 26 mm o 16 mm) saranno caratterizzati da alta efficienza luminosa e da elevata resa cromatica ( $R_a > 80$ ), generalmente con temperatura di colore  $\sim 4000$  K. Gli involucri metallici e le parti metalliche internamente accessibili per manutenzione dovranno essere collegati in modo permanente e sicuro a un morsetto di terra.

Il conduttore di protezione non avrà sezione inferiore a  $2,5 \text{ mm}^2$  e sarà contraddistinto da rivestimento isolante giallo-verde.

Tutte le apparecchiature accessorie contenute nell'apparecchio illuminante, quali starter, condensatore, reattore, zoccoli, e relativi elementi per l'innesto e l'interconnessione, dovranno risultare facilmente smontabili e sostituibili: l'uso di rivettature o "pinzature" è esplicitamente vietato.

Tali apparecchiature, dove indicato, saranno nel numero secondo la tipologia dell'apparecchio illuminante (es. 1 tubo, 1 starter, 1 reattore - 2 tubi, 2 starter, 2 reattori). I cablaggi interni dovranno essere realizzati con conduttori in rame, aventi sezione non inferiore a  $1 \text{ mm}^2$ , aventi isolamento e rivestimento resistenti al calore, o conduttori in rame isolati con gomma siliconica resistente al calore e rivestiti con treccia di fibra di vetro trattata, in conformità alla norma CEI 20-19.

Il cassetto costituente il corpo dell'apparecchio illuminante deve essere corredato di guarnizioni elastiche, di materiale antinvecchiamento, poste in adeguata sede, coerentemente al grado di protezione IP prescritto per l'apparecchio stesso; anche l'entrata del cavo di alimentazione dovrà corrispondere al grado di protezione IP prescritto.

I cassettei metallici devono essere realizzati con lamiera di acciaio, trattata e preparata, verniciata a fuoco o con altro procedimento di pari efficacia, con colore bianco, grigio, nero o altro da definirsi in sede di approvazione materiali.

I cassettei in resina devono essere realizzati con l'impiego di resina poliestere rinforzata da fibre di vetro autoestinguente.

L'alimentatore (reattore), elettronico o convenzionale, dovrà essere costruito in conformità alle norme vigenti e dovrà portare, fra l'altro, l'indicazione della massima temperatura raggiungibile in condizioni normali e della sovratemperatura che può verificarsi in condizioni anormali di esercizio (corto circuito sullo starter, mancanza del tubo fluorescente, interruzione di un elettrodo, mancato innesco della scarica). Dovranno essere indicati i dati inerenti le temperature suddette, le tecniche costruttive per la non rumorosità, quelli riguardanti l'impiego di resine ad alta temperatura di infiammabilità ed autoestinguenti e la potenza perduta in corrispondenza delle diverse potenze nominali della lampada.

Il tipo di reattore, elettronico o elettromagnetico a bassissime perdite, sarà specificato negli elaborati di progetto; esso dovrà comunque essere "monolampada".

I condensatori di rifasamento devono essere a bassissime perdite, adatti alla elevata temperatura presente nell'apparecchio e devono realizzare, alla tensione nominale di 230 V, il rifasamento dell'apparecchio a fattore di potenza non inferiore a 0,95.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>	<p>Foglio 55 di 72</p>

Tutti gli apparecchi devono soddisfare alle norme o leggi riguardanti il livello di disturbo elettromagnetico ammissibile.

I fusibili di protezione dovranno essere agevolmente sostituibili, montati su portafusibili fissi. Nei corpi illuminanti privi di schermo diffusore, è richiesta la diretta accessibilità dei fusibili.

Gli apparecchi dovranno essere completi di accessori, tasselli, staffe, supporti e quant'altro necessario per l'ancoraggio del corpo illuminante a soffitto, controsoffitto, pareti e strutture di qualsiasi natura. Essi dovranno essere montati in maniera tale da renderne agevole la manutenzione.

Nel caso di fissaggio di apparecchi illuminanti sui canali si dovrà consentire lo smontaggio degli apparecchi indipendentemente dai cavidotti.

I componenti (lampade, alimentatori, condensatori, trasformatori, starter, portalampade, ecc.) dovranno rispondere costruttivamente alla relativa normativa CEI di prodotto del CT34.

Si intende compresa nella fornitura del corpo illuminante gli oneri derivanti dalla sospensione a soffitto, le connessioni elettriche, pulizia degli schermi e dei riflettori prima della messa in servizio e la messa a punto dell'apparecchio completo in ogni sua parte, compreso il puntamento degli apparecchi che necessitino di questa operazione.

### **Corpo illuminante di tipo industriale per locali tecnici in cabina**

Apparecchio con corpo autoestinguento in policarbonato stampato ad iniezione e diffusore in policarbonato trasparente. Grado di protezione almeno IP65 e grado di resistenza meccanica > IK07. Dotato di contrassegno F e dotato di fusibile

Riflettore in acciaio zincato preverniciato a forno con resina epossidica.

Sarà adatto per montaggio a plafone (parete o soffitto) o a sospensione tramite staffe di fissaggio in inox.

Il diffusore sarà in metacrilato trasparente, stampato mediante termoformatura. Sarà esternamente liscio, prismaticizzato internamente, autoestinguento e antiurto.

Il fissaggio del diffusore dovrà avvenire mediante dispositivi a scatto in inox .

Una guarnizione di tenuta farà sì che il grado di isolamento dell'apparecchio non sia inferiore a IP65. L'ingresso alla morsettiera dovrà avvenire a mezzo pressacavi, pressatubi o pressa guaine in modo da non diminuire il grado di protezione sopra citato.

Infine l'apparecchio sarà equipaggiato con apparecchiature di accensione, rifasamento e lampade fluorescenti ad alta resa come espresso nel capitolo "generalità" e del tipo indicato negli elaborati di progetto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 56 di 72

### 7.13. Impianti elettrici speciali a servizio dei locali tecnici

Nel presente paragrafo si intendono fornire tutte le prescrizioni di carattere generale relative alle modalità esecutive degli impianti speciali previsti a servizio dei locali tecnici.

Resta inteso che le indicazioni specifiche dei singoli impianti speciali e dei relativi componenti costitutivi sono riportate negli altri elaborati di progetto. In particolare si rinvia all'Elenco Prezzi Unitari ed agli schemi a blocchi di principio.

I vari componenti utilizzati per la realizzazione dei punti equivalenti (cassette, canali, cavi, ecc.) dovranno avere, salvo diversa ed esplicita diversa indicazione, le caratteristiche evidenziate nei paragrafi precedenti, sia per quanto riguarda le modalità di posa, sia per quanto riguarda la marcatura, il dimensionamento, ecc..

In particolare, la distribuzione terminale ai punti dovrà essere realizzata con tubazione PVC flessibile serie pesante o rigida di diametro minimo 20 mm.

Le cassette di derivazione/transito e le tubazioni dovranno essere dedicate al tipo di impianto ed indipendenti da quelle utilizzate per gli altri servizi.

Ogni singolo componente dovrà essere identificato con la codifica che sarà definita in sede di DL a mezzo targhette adesive in tela plastificata.

L'alimentazione delle centraline di gestione degli impianti speciali deve essere efficacemente protetta contro le sovratensioni transitorie provenienti dalla rete elettrica con dispositivi di protezione realizzati con scaricatori di adeguate caratteristiche.

Nel seguito vengono riportate alcune prescrizioni tecniche, specifiche ai singoli impianti speciali, non desumibili dagli altri elaborati grafici e descrittivi facenti parte del presente progetto.

#### 7.13.1. Impianto rivelazione incendi

##### 7.13.1.1. Generalità

L'impianto di rivelazione incendi deve essere realizzato in conformità alle norme UNI 9795 con componenti conformi alle norme UNI EN 54.

Il tipo e la quantità dei rivelatori, pulsanti, avvisatori, ecc... da installare è indicato negli altri elaborati di progetto (Elenco Prezzi Unitari ed elaborati grafici), in ogni caso, la scelta dei rivelatori dovrà comunque tenere conto dei seguenti fattori:

- condizioni ambientali (umidità, temperatura ecc.)
- moti dell'aria
- vibrazioni
- sostanze corrosive
- presenza di polveri
- natura dell'incendio nella fase iniziale



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 57 di 72

- configurazione geometrica dell'ambiente
- presenza di fonti di irraggiamento, aria calda, vapori ecc.
- funzioni particolari richieste al sistema (spegnimento, sfollamento ecc.)

L'installazione dei rivelatori d'incendio deve essere curata in modo da garantire la pronta rivelazione di ogni tipo d'incendio nella zona sorvegliata fin dal suo stadio iniziale evitando comunque falsi allarmi.

La centrale di controllo e segnalazione deve essere conforme alle norme UNI EN 54, deve garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema e deve essere dotata di doppia alimentazione (primaria e secondaria).

L'alimentazione elettrica secondaria deve garantire il funzionamento del sistema in assenza dell'alimentazione elettrica primaria per almeno 72 ore in stand-by e 30 minuti in situazione di allarme e può essere derivata da:

- batteria di accumulatori incorporata
- rete elettrica di sicurezza indipendente

L'evento di incendio deve essere segnalato tramite una segnalazione al sistema di supervisione.

I pulsanti di sgancio devono essere del tipo in cassetta sottovetro e posizionati in corrispondenza alle principali vie di uscita o centri di pericolo e comunque dove indicato negli elaborati grafici.

L'azionamento dei pulsanti di sgancio deve garantire le stesse funzioni previste nel caso di rilevamento incendio da parte di uno o più sensori.

I componenti di sicurezza provvisti di segnalazione ottica (rivelatori, pulsanti manuali di allarme, ecc.) dovranno essere posizionati in modo tale che la segnalazione possa essere velocemente individuata.

I pulsanti manuali dovranno essere completi di indicazioni interne o di targhe esterne in alluminio serigrafato indicanti in italiano/tedesco la loro funzione.

L'impianto dovrà garantire l'interfaccia verso i contatti finecorsa previsti per il controllo dello stato di apertura e chiusura delle porte di accesso.

Gli allarmi provenienti dall'impianto di rilevazione incendi di cabina (anomalia, allarme, apertura porte) dovranno essere trasmessi tramite combinatore telefonico (comune con l'impianto di rilevazione incendi interno tunnel) comunicante sia su rete PSTN che su GSM adatto all'inoltro di messaggi vocali, messaggi pre-registrati e messaggi di allarme SMS, ai tecnici referenti che saranno indicati dal Committente (almeno 10 numeri telefonici liberamente programmabili). Il combinatore, a 12 ingressi dovrà essere completo di antenna GSM con relativo cavo di collegamento avente lunghezza di almeno 5m.

Per quanto concerne le caratteristiche dei sensori, pulsanti e centrale, combinatore, contatti finecorsa si rinvia agli altri elaborati di progetto (in particolare all'Elenco Prezzi Unitari).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione

Foglio  
58 di 72

## 7.14. Impianto di terra

### 7.14.1. Generalità

L'impianto di terra deve essere conforme a quanto indicato dalla norma CEI 64-8 (in bassa tensione).

Dimensioni minime del dispersore in BT:

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

\* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100 mm<sup>2</sup>

In ogni caso, i dispersori devono avere dimensioni minime tali da resistere alla corrosione e alle sollecitazioni termiche della corrente.

È vietato l'uso, come dispersore, delle tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico, nonché delle armature dei cavi. La posa di dispersori in rame in scavi predisposti, nonché i collegamenti nella loro parte interrata o entro fondazioni, dovrà prevedere le precauzioni onde ridurre i danni per effetto elettrolitico in prossimità di tubazioni, strutture o altri elementi in metallo corrodibile. Ove tale vicinanza sia inevitabile, si dovrà infilare il conduttore entro tubo isolante, ovvero sostituirlo con tratto di cavo isolato, ovvero adottare provvedimenti tali che la distanza minima tra i due metalli diversi non sia inferiore ad almeno 1 m.

La posa del dispersore in cavo entro scavi predisposti dovrà avvenire ad una profondità di almeno 50 cm dal piano del calpestio e ad una distanza minima dell'edificio di 1 m; successivamente dovrà essere ricoperto per almeno 30 cm da terreno vegetale; non sarà ammessa la copertura con il solo materiale di "risultata" del cantiere.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 59 di 72

In corrispondenza di giunzioni interrato dovranno essere eseguite opportune protezioni al fine di evitare fenomeni di ossidazioni e corrosioni nel tempo.

I conduttori di terra ed i conduttori di protezione devono avere sezioni tali da resistere alle sollecitazioni meccaniche presumibili nel luogo di installazione e alle sollecitazioni termiche prodotte dalla corrente.

Nei confronti delle sollecitazioni meccaniche, i conduttori di terra in AT devono avere sezioni non inferiori a:

- 16 mm<sup>2</sup> se in rame
- 35 mm<sup>2</sup> se in alluminio
- 50 mm<sup>2</sup> se in acciaio

Mentre in BT si deve fare riferimento alla tabella 54A della CEI 64-8.

In relazione alle sollecitazioni termiche, la sezione dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione non deve risultare inferiore a:

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

dove K dipende da temperatura iniziale e temperatura finale massima ammessa e dai materiali utilizzati. Il tempo t equivale al tempo di intervento delle protezioni.

L'impianto di terra progettato (intenzionale) deve inoltre, laddove possibile, essere collegato agli elementi strutturali metallici (impianto di terra di fatto). In ogni caso, i soli dispersori intenzionali (senza l'ausilio dei dispersori di fatto), devono garantire l'idoneità dell'impianto di terra.

Al collettore di terra, oltre al conduttore di terra dovranno essere collegati i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali principali ed i centro stella dei trasformatori e di eventuali gruppi elettrogeni. I conduttori equipotenziali principali devono collegare al collettore di terra le masse estranee entranti nel fabbricato e devono essere realizzati con conduttore avente sezione pari ad almeno la metà di quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> ed un massimo di 25 mm<sup>2</sup>.

I conduttori di protezione devono collegare a terra tutte le masse e se facenti parte della stessa condotta devono avere sezione concorde a quanto indicato nella tabella 54F della Norma CEI 64-8. Un conduttore di protezione può essere comune a più circuiti purché sia applicata la precedente prescrizione con riferimento alla sezione del conduttore di fase maggiore.

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta del conduttore di fase, deve avere sezione almeno pari a 2,5 o 4 mm<sup>2</sup> a seconda che ne sia prevista o meno protezione meccanica.

Gli impianti di terra devono garantire la sicurezza delle persone con le modalità indicate nella Normativa CEI 64-8. In particolare in BT il valore deve essere compatibile con i dispositivi di interruzione automatica del circuito di alimentazione (vedi capitolo 413 CEI 64-8).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 60 di 72

Tutta la viteria e bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra e tutti i materiali accessori saranno o in rame o in acciaio inossidabile o zincato a caldo.

Le superfici di contatto, se in rame, dovranno essere stagnate o rinvivate e comunque sgrassate prima della giunzione.

Tutti i punti accessibili connessi agli impianti di terra (scatole di ispezione, nodi di terra, piastre di misura equipotenziale, ecc.) dovranno riportare il segno grafico di messa a terra.

I conduttori di protezione attestati alla sbarra dovranno essere muniti di contrassegno tale da consentire di risalire agevolmente alla loro provenienza.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano su etichette o sulle guaine dei cavi stessi.

All'interno della cassetta di contenimento dovrà trovare posto lo schema dettagliato di tutte le connessioni relative al nodo equipotenziale con riportata la tabella relativa alle sigle dei cavi e la loro destinazione.

I pozzetti della rete di dispersione dovranno essere rintracciabili mediante cartelli indicatori di messa a terra, posti nelle immediate vicinanze e dovranno riportare oltre alla numerazione del dispersore indicata negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL, anche le distanze dal cartello stesso; ove non fosse possibile fissare dei cartelli indicatori, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con il simbolo di messa a terra e con la numerazione del dispersore; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

### 7.15. Impianto di automazione

L'impianto di automazione sarà essenzialmente composto da:

- PLC e Basi remote I/O (se previste)
- Gateway modem
- Switch Ethernet
- Cablaggio reti dati

Per il sistema di automazione in oggetto verranno eseguite le seguenti predisposizioni.

- spazio nei vari quadri elettrici BT per la collocazione dei PLC e/o Basi Remote I/O, eventuale Gateway, Switch Ethernet, pannelli di permutazione
- linee di alimentazione delle unità PLC, dello Switch, del Gateway, delle Basi Remote I/O, ecc.
- riporto in morsettiera dei vari quadri elettrici BT dei contatti ausiliari dei diversi interruttori per la segnalazione al sistema di controllo di stati/comandi/allarmi

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 61 di 72

- contatti puliti in ingresso/uscita dalle principali apparecchiature e sensori in campo, al fine di un loro monitoraggio e comando tramite un sistema di automazione

### 7.15.1. Dispositivi PLC

I PLC previsti saranno di tipo modulare o compatto con possibilità di espansione mediante l'impiego di appositi moduli.

Le caratteristiche principali richieste agli apparati PLC sono:

- Programmazione secondo lo standard IEC1131-3.
- Porta/e di comunicazione ethernet 10/100 Mb/s
- Protocollo di comunicazione Modbus TCP/IP
- Auto-diagnostica hardware e software

Tipicamente sarà previsto l'allestimento, su apposite guide o pannelli, di sistemi d'automazione in cui saranno presenti come minimo:

- Alimentatore/i per l'elettronica di bordo
- Schede di comunicazione
- CPU
- Schede di I/O per il collegamento al campo

La memoria a bordo della/e CPU è prevista di tipo tamponato, in modo localizzato, con batterie di facile reperibilità.

Detta CPU deve essere dotata di elevate prestazioni di diagnostica e capacità di rilevare malfunzionamenti dell'Hardware, errori di comunicazione, anomalie di trattamento dei dati ecc.

Le attività di programmazione e configurazione devono essere accessibili in rete e localmente.

### 7.15.2. Configurazione PLC e Basi remote I/O

Di seguito sono riportate le configurazioni tipologiche e/o particolari dei PLC previsti, in funzione delle diverse utenze controllate:

#### Unità PLC per stazioni di sollevamento

Il PLC previsto sarà installato in apposito quadro elettrico e configurato come segue:

- n. 1 Rack per posizionamento CPU/Alimentatori/schede
- n. 1 Alimentatore

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <span style="float: right;">Foglio 62 di 72</span>

- n.1 unità CPU dotata di porta di rete di comunicazione Ethernet con protocollo Modbus TCP/IP.
- n.1 alimentatore 230Vac/24Vcc conformi alla CEI EN 60950-1.
- almeno n. 3 schede x 32 DI di acquisizione segnali digitali
- almeno n. 2 schede x 16 DO di comando digitali
- almeno n. 2 schede x 4 AI di acquisizione segnali analogici
- almeno n. 1 scheda x 2 AO di comando analogici
- morsettiere d'ingresso e di uscita a relè
- bretelle di collegamento ed accessori vari

#### Unità di remota I/O per serbatoio

L'unità I/O remota prevista sarà installata in apposito quadro elettrico/contenitore in vetroresina e configurata come segue:

- n. 1 scheda di comunicazione Ethernet Modbus TCP/IP
- almeno n. 1 schede x 32 DI di acquisizione segnali digitali
- almeno n. 1 scheda x 8 AI di acquisizione segnali analogici
- morsettiere d'ingresso e di uscita a relè
- bretelle di collegamento ed accessori vari

#### 7.15.3. *Switch Ethernet*

Lo Switch Ethernet sarà installato in apposito quadro elettrico e caratterizzati da:

- costruzione di tipo industriale, funless, unmanaged
- n.2 porte 100 Mbs Fast-Ethernet FX per f.o. multimodale
- n.3 porte Ethernet 10/100 Mbs tipo RJ45.
- alimentazione 24Vdc, ridondata (assorbimento massimo 240 mA)
- contatto di allarme per: Activity, power supply fault, Ethernet network fault or communication port fault (1 A a 24 Vdc)
- protezione IP20
- temperatura operativa: - 40...+ 70°C
- umidità relativa: 10...95% senza condensa
- montaggio su guida DIN
- bretelle ottiche di collegamento fra l'unità switch pannelli ottici

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <span style="float: right;">Foglio 63 di 72</span>

- bretelle UTP cat. 5 di collegamento fra l'unità switch ed PLC o unità I/O
- accessori vari

#### 7.15.4. Unità Router (gateway)

Il dispositivo permette il controllo da remoto, delle periferiche del sistema di automazione (PLC, basi remote, etc) ed avrà le seguenti principali caratteristiche:

- Gateway tra le reti Ethernet/seriale RS485/modem
- Web server personalizzabile
- Gestore servizi HMI
- Modem PSTN/GSM/GPRS (900/1800 MHz "Europe" band),
- Server RAS (Remote Access Server) con servizio integrati di tipo "supervisione"
- n.2 porte RJ45 (Ethernet 10/100 Mbs e Modbus RS485).
- n.1 porta seriale "9-way SUB-D" per RS232
- n.1 porta USB
- n.1 connettore RJ11 per connessione a rete telefonica "PSTN"
- Alimentazione 24 Vdc
- Scheda I/O integrata con n. 6 ingressi e n.2 uscite
- Temperatura operativa: - 0...+ 60°C
- Slot per Compact Flash card
- Connettore per antenna GSM
- Antenna GSM da esterno
- Supporto per un secondo modem esterno (PSTN, GSM, radio modem, etc.)
- Supporto per collegamenti Intranet / VPN (Virtual Private Network)

Il dispositivo sarà dotato delle seguenti principali funzionalità operative:

- Funzioni gateway "trasparenti":
  - Modbus TCP/IP > Modbus serial routing
  - PPP modem > serial link and Ethernet network
- Notifica allarmi e rapporti tramite SMS/E-mail
- Web browser con grafica HMI (Human Machine Interface ) "multi stazione"
- Acquisizione dati con "polling" automatico alle periferiche connesse al Gateway

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 64 di 72

- Gestione protocollo PPP (Point to Point Protocol) del RAS, con gestione delle chiamate in ingresso ed uscita
- Gestione accessi tramite filtraggio indirizzi IP e richiesta con password
- Web server con applicazioni di diagnostica e supervisione, tramite internet browser
- Data Logging
- Connessione diretta a database SQL, Oracle, MySQL
- Possibilità di configurazione e programmazione da remoto delle periferiche connesse al gateway tramite software:
  - Unity Pro, PL7, Concept, TwidoSoft, PowerSuite, etc.
  - Vijeo Citect supervisor, OPC server (OFS), third-party SCADA, etc.
- Scambio dati con applicazioni di management (MES, SCADA, Office) con protocollo standard SOAP/XML
- morsettiere d'ingresso e di uscita a relè
- bretelle di collegamento ed accessori vari

#### 7.15.5. Cablaggio reti dati

Il cablaggio della rete fibre ed in rame dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- Le reti di cablaggio dell'opera in oggetto dovranno essere in accordo alla norma EN50173-3, "Tecnologia dell'informazione. Sistemi di cablaggio generico- Parte 3: Edifici industriali" e s.m.i.. In particolare, la progettazione dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma EN 50173-3, punto 1.2 come qui indicato:
  - Struttura e configurazione dovranno essere conformi alle prescrizioni del punto 4 di Norma EN50173-3
  - L'interfaccia con il cablaggio del punto di uscita telecomunicazioni dovrà essere conforme alle prescrizioni del punto 8 di Norma EN50173-3, per quanto riguarda le interfacce di accoppiamento e le prestazioni
  - Il collegamento dell'hardware in altri punti del cablaggio dovrà essere conforme alle prescrizioni del punto 8 di Norma EN50173-3.
  - Le prestazioni del canale trasmissivo dovranno essere conformi alle prescrizioni riguardanti prestazioni della trasmissione applicabili indicate nel punto 5 di Norma EN50173-3. Questo obiettivo sarà raggiunto usando le implementazioni di riferimento del punto 6 e componenti compatibili di cablaggio in conformità alle prescrizioni dei punti 7, 8 e 9, sulla base di un approccio statistico di modellizzazione delle prestazioni di Norma EN 50173-3.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione
	Foglio 65 di 72

- Tutti gli impianti, posti sia all'interno che all'esterno dell'opera in oggetto, dovranno essere conformi alla norma EN 50174-3, "Tecnologia dell'informazione. Sistemi di cablaggio - Part 3: Pianificazione e pratiche per impianti all'esterno di edifici", e s.m.i.

#### 7.15.5.1. Cavi in rame

Il collegamento tra i connettori posti sulla porta dello switch ed PLC, dovrà essere costituito da una bretella di raccordo (Patch Cord RJ45-RJ45) di lunghezza massima di 5 metri.

La bretella dovrà essere costituita da un cavo a 4 cp UTP con impedenza caratteristica 100, in rame e rispondente alla Categoria almeno 5.

Alle due estremità dovrà essere dotata di connettori RJ45 Cat. almeno 5 per la completa connettorizzazione delle 4 cp.

Il cavo plug dovrebbe essere possibilmente "iconabile" al fine di identificare il servizio ad esso collegato.

#### 7.15.5.2. Cavi con fibra ottica Multimodale

I cavi ottici previsti avranno 12 fibre ottiche multimodali 50/125 µm, armatura dielettrica e avranno rispettivamente formazione: TOL1 12 (1MM50) /VM secondo CEI UNEL 36011

Ogni cavo ottico multimodale sarà adatto alla posa da interno/esterno e conforme ai seguenti requisiti:

- fibre ottiche multimodali Categoria OM3
- fibre con protezione primaria 250µ, contenute in singolo tubetto centrale con gel idrorepellente
- nastri ed elementi di tamponamento contro l'acqua secondo IEC 60794-1-2-F5
- armatura antiroditore in filati di vetro
- guaina esterna resistente agli UV, tipo LSZH secondo IEC61034 e IEC60754-2 e grado di resistenza all'incendio secondo IEC60332-3C
- temperatura d'esercizio -20 / +60°C

L'elemento in fibra di vetro multimodale Categoria OM3 sarà conforme alle seguenti specifiche e caratteristiche:

- ITU-T G.651.1
- TIA/EIA 492-AAAB-A
- IEC 60793-2-10
- Lunghezze d'onda supportate 850, 1300 nm

#### **Giunzione fibra ottica mediante fusione ad arco**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione</p>	<p>Foglio 66 di 72</p>

Le giunzioni, tra cavo con fibre ottiche e pigtails ovvero tra cavi in fibra ottica, dovranno essere realizzati da operatore qualificato, tramite fusione ad arco con doppio allineamento sul core e sul cladding della fibra.

Per l'esecuzione della giunzione dovranno essere utilizzate:

- apparecchiature di giunzione per fusione ad arco e verifica della tenuta
- attrezzature sguainacavo, sguainafibra, etc.
- taglierine diamantate, microscopi, lappatori automatici/manuali, fornelli, sostegni, etc.
- materiali di consumo specifico per eseguire la giunzione quale carta da lappatura di varia dimensione, resine, tubetti termo restringenti, sistemi per la pulizia, etc.

### **Prova di collaudo e test di accettazione dei cavi a fibra ottica**

Tutti i cavi saranno soggetti ad una serie finale di test e prove di collaudo, in fabbrica e definiti come "Test finali di spedizione".

Dovranno essere realizzate le seguenti principali prove (oltre a quanto eventualmente prescritto da specifica normativa):

- Prova di percussione: 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 50J non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif Racc. CCITT G652): 1 campione per lotto
- Prova di schiacciamento: deve essere possibile sottoporre il cavo senza che si verifichino variazioni permanenti di attenuazione, ad un carico di almeno 1200 da N/100 mm; per valori di carico 2300 daN non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif. IEC 794-I): 1 campione per lotto
- Prova di tiro: 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 f.o. superiori allo 0,05% e allungamenti elastici del cavo superiori allo 0,25%: 1 campione per lotto
- Raggio di curvatura: 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: 1 campione per lotto
- Prove climatiche: l'attenuazione delle fibre ottiche a -10°C e +40°C verificata mediante OTDR (riflettore ottico), non dovrà discostarsi dai valori misurati a temperatura ambiente, nell'arco delle tolleranze e degli errori dello strumento di misura; nel campo di temperature -20°C - +60°C gli incrementi di attenuazione dovranno comunque risultare inferiori a 0,10 dB/km (rif. Norme IEC): 1 campione per lotto fornito

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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 67 di 72

### Prova di collaudo e test in campo di cavi a fibra ottica

Tutti i cavi saranno soggetti ad una serie finale di test e prove di collaudo, in campo.

Dovranno essere realizzate le seguenti principali prove (oltre a quanto eventualmente prescritto da specifica normativa):

- Misure riflettometriche, con tecnica dell'anello con ausilio di soppressori di impulso, effettuate alle frequenze di 1310 nm e 1500 nm, per fibre monomodali, e alle frequenze di 850 nm e 1300 nm per fibre multimodali

L'Appaltatore, al termine delle diverse dovrà produrre i rapporti di misura e certificazioni di ogni singola fibra ottica dei cavi ottici verificati.

#### 7.15.5.3. Requisiti di cablaggio, muffole e cassette di giunzione Fibre

Tutte le muffole e le cassette di giunzione dovranno essere conformi alle seguenti norme e prescrizioni:

- avere una progettazione robusta in grado di resistere all'ambiente nel quale sono installate (ovvero simile a un ambiente industriale);
- essere verificate in accordo alle norme IEC 61300 e IEC 60068, considerandone lo scopo per il quale le stesse verranno utilizzate per quanto riguarda: temperatura, umidità, versamento di carburante, olio, sale e sostanze simili che possono essere comuni in questo tipo di ambiente. La progettazione potrà garantire il prodotto o una sottostruttura proteggerà il prodotto dall'ambiente.
- essere grado di gestire tutte le fibre sezionate/terminate e le fibre non ininterrotte;
- essere di costituzione ignifuga in accordo alle prescrizioni della IEC60332-1 e 3.

#### 7.15.5.4. Requisiti di cablaggio, Terminali e Connettori per fibra ottica

Tutti i terminali per le fibre ottiche dovranno essere conformi alle seguenti norme e prescrizioni

essere di concezione robusta adatta per uso in ambienti industriali ed esposti.

dovranno avere classe di protezione IP 67.

avere le possibilità di montare un coperchio di protezione. Il coperchio dovrà essere attaccato al punto di uscita con un filo in modo che non possa essere rimosso senza attrezzi.

essere dotate di connettore duplex SC che avrà una struttura addizionale in modo che l'accoppiamento dei connettori mantenga la classe di protezione IP 67.

avere capacità di giunzione integrata (preconnettizzato con pig-tail) in modo che il montaggio dei connettori possa essere eseguito con giunto a fusione dei connettori prefabbricati delle semi-bretelle.

I terminali saranno montati in una scatola avente alta resistenza meccanica adatta all'ambiente nel quale sono installate. Le scatole dovranno consentire il posizionamento di più terminali nella stessa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione <span style="float: right;">Foglio 68 di 72</span>

scatola. Le stesse scatole dovranno altresì contenere gli eventuali convertitori fibra-rame e gli eventuali sistemi di alimentazione elettrica per le apparecchiature periferiche / convertitore di potenza.

#### 7.15.5.5. Pannelli di permutazione per cavi in fibra ottica

I patch panel, in funzione del tipo di cavo utilizzato, ospiteranno moduli con bussole SC o LC.

I pannelli di attestazione con le bussole ottiche avranno una modularità di 6 connettori SC/LC ogni patch panel con la possibilità di inserimento ed estrazione dal fronte del pannello; il cassetto estraibile darà la possibilità di accedere frontalmente alla parte interna.

Sulla parte frontale del pannello, in corrispondenza di ogni bussola sarà posizionata un'etichetta identificativa della fibra connettorizzata.

Le interconnessioni saranno realizzate utilizzando bretelle di permutazione di tipologia omogenea alla fibra installata, collegate agli apparati attivi e/o altre tratte di dorsale e/o postazioni di lavoro.

Le bretelle di raccordo agli apparati attivi dovranno essere del tipo bifibra multimodale 50/125 o monomodale 9/125 micron e dotate ai due estremi di opportuni connettori ceramici, di tipo SC/LC, rispettando, nel collegamento agli apparati, la polarizzazione delle fibre.

Ciascuna fibra della bretella, dovrà essere singolarmente protetta con rivestimento di tipo Tight, costituito da filo aramidico e guaina termoplastica ed avrà le stesse caratteristiche ottiche del cavo installato.

La lunghezza della bretella dovrà essere finalizzata in dipendenza delle distanze medie di permutazione, con lunghezza minima 1 metro.

#### 7.15.6. Software di sviluppo per PLC e Gateway

Per l'impianto di automazione e controllo in oggetto, sono previste le necessarie licenze per l'utilizzo dei diversi "tool" di sviluppo, che consentano configurazione e programmazione delle applicazioni.

Il software di sviluppo, conformi alla normativa IEC 1131-3 (qualora applicabile), permetteranno la totale configurazione delle diverse apparecchiature previste per l'automazione sia per PLC, che Gateway.

#### 7.15.7. Collaudi FAT (factory acceptance test)

E' previsto il collaudo funzionale in fabbrica, di tutti i sistemi di controllo, che ha come obiettivo la verifica delle conformità prestazioni degli stessi sistemi.

L'esito del collaudo, le eventuali correzioni e/o modifiche richieste, saranno riportate in un apposito "Verbale di Collaudo" sottoscritto dai tecnici responsabili del collaudo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 69 di 72

### 7.15.8. *Commissioning, start-up, prove funzionali in esercizio “SAT” (site acceptance test)*

Per l'impianto di automazione e controllo in oggetto, sono previste le seguenti specifiche attività, svolte da personale specializzato presso il sito d'installazione, per “commissioning” e “start-up” del sistema:

- caricamento del software applicativo del sistema;
- power – up;
- esecuzione programmi di diagnostica;
- verifica di tutte le comunicazioni;
- test di funzionamento delle sequenze e delle procedure in locale;
- verifica delle funzionalità da sistema di supervisione e gestione;
- prove funzionali in esercizio (SAT).

### 7.15.9. *Documentazione*

E' prevista la fornitura di specifica documentazione per le periferiche Gateway, Switch, PLC e Basi Remote.

La documentazione dovrà essere fornita in due copie cartacee e due copie in formato elettronico e dovrà comprendere:

- Schemi elettrici, redatti nei formati DWG o DXF con:
  - foglio numerati con numeri progressivi e non ripetuti;
  - pagina iniziale di presentazione;
  - pagina/e indice e revisioni;
  - pagina/e legende simboli;
  - pagina/e layout interni con l'indicazione di tutti i componenti montati e di tutte le morsettiere con le relative sigle;
  - pagina/e layout esterni quadri con dimensioni e pesi, e i particolari di fissaggio e sollevamento;
  - pagina/e liste di tutti i materiali montati nelle apparecchiature;
  - certificati di conformità CE;
  - certificato di collaudo.
- Listato commentato software PLC e Basi Remote
- Software applicativo Gateway
- Manuale/i Operatore

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 70 di 72

- Schede tecniche dei componenti forniti

## 7.16. Opere civili per impianti tecnologici

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

### 7.16.1. Scavi

Preliminarmente all'esecuzione delle opere di scavo l'Appaltatore deve procedere ai tracciamenti necessari per la definizione esatta della collocazione dei centri luminosi e di altre ed eventuali apparecchiature (ad esempio i quadri elettrici).

Negli scavi devono essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e obbligata a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle sezioni corrette.

Gli scavi e i trasporti devono essere eseguiti con mezzi d'opera e manodopera adeguati. In ogni caso deve essere assicurato il regolare smaltimento e deflusso delle acque di qualunque provenienza.

I materiali provenienti dagli scavi, e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, devono essere portati a rifiuto in zone disposte a cura e spese dell'Impresa, quelli invece utilizzabili, ed esuberanti le necessità di lavoro, devono essere portati, sempre a cura e spese dell'Impresa, su aree indicate dalla Direzione Lavori.

Durante la fase di scavo dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada devono essere disposti opportuni avvisi.

Per gli scavi su strade e simili devono essere osservate le norme di sicurezza del Codice della Strada.

#### 7.16.1.1. Scavi per cavidotti

Lo scavo per la posa delle tubazioni dovrà essere realizzato in modo tale che sia perfettamente rispettato lo sviluppo di progetto.

Gli scavi necessari per la posa dei cavidotti saranno eseguiti a pareti quanto più possibile regolari, con la minima larghezza compatibile con la natura della terra e con il diametro esterno del tubo, ricavando, ove sia necessario, opportuni allargamenti e nicchie.

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere depositati nella trincea a ricoprimento delle tubazioni posate solo nel caso il materiale sia ritenuto idoneo a giudizio della D.L., altrimenti dovrà essere trasportato a discarica autorizzata o altro adeguato deposito in modo da ostacolare il meno possibile la viabilità e lo scolo delle acque.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 71 di 72

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate negli elaborati di progetto
- Fornitura e posa, su letto di sabbia predisposto, di tubazioni corrugate flessibili in polietilene, a sezione circolare, in numero e diametro indicati negli elaborati di progetto
- Formazione di cassonetto in calcestruzzo a protezione delle tubazioni in plastica (se indicato negli elaborati di progetto); il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua
- Sopra il cavidotto, circa 10-20 cm sopra il limite superiore, dovrà essere collocato un nastro avvisatore di colore rosso, compreso nel prezzo dello scavo, con evidenziato il nome dell'impianto di appartenenza
- Il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dagli elaborati grafici. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici.
- Ogni strato del rinterro dovrà essere costipato mediante adeguati mezzi meccanici;

#### 7.16.2. Pozzetti

Pozzetti per posa nei tratti all'aperto/esterno (es: percorso cabina-imbocco, illuminazione esterna...) ovvero interno tunnel (es:dietro profilo redirettivo)

##### 7.16.2.1. Pozzetti realizzati in opera

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

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto (pozzetti all'esterno)
- Formazione di platea in calcestruzzo con fori per il drenaggio dell'acqua (pozzetti all'esterno)
- Formazione di muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento ovvero calcestruzzo
- Conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo
- Formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio
- Fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino (in ghisa grigia o sferoidale ovvero calcestruzzo a seconda delle indicazioni evidenziate negli elaborati di progetto) della classe indicata negli elaborati di progetto e completo di telaio
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-SP-OV32-01-001-A00 Specifiche tecniche dei materiali e modalità di esecuzione	Foglio 72 di 72

- Trasporto del materiale scavato eccedente

#### 7.16.2.2. Pozzetto prefabbricato

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

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto (pozzetti all'esterno)
- Formazione di platea in calcestruzzo con fori per il drenaggio dell'acqua (pozzetti all'esterno)
- Posa del pozzetto prefabbricato costituito da un elemento a cassa, con due fori di drenaggio. Il manufatto, di calcestruzzo vibrato, dovrà avere sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto
- Inserimento delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo
- Fornitura e posa di chiusino (in ghisa grigia o sferoidale ovvero calcestruzzo a seconda delle indicazioni evidenziate negli elaborati di progetto) della classe indicata negli elaborati di progetto e completo di telaio
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente
- Trasporto del materiale scavato eccedente

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