



Regione Lombardia
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

E 1 0 A

D

g

0 0 3

I M

- -

R 0

--

TRATTA SARONNO-COMO OPERE SOSTITUTIVE
PL KM 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO
Progetto Definitivo

SOTTOPASSO CICLOPEDONALE VIA BRAGHE (LOMAZZO)
DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE IMPIANTI ELETTRICI E TVCC

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Maggio 2025	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

ELTEC S.r.l.
Società di ingegneria

Via C. Seganti 73/F int. 5/6 - 47121 Forlì (FC)
Tel. +39-(0543)-473892 E-mail: info@eltec-service.it

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.
Emissione			00

INDICE

1.	IMPIANTI ELETTRICI E ILLUMINAZIONE	2
2.	NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO	2
3.	NOTE SUI COMPONENTI ELETTRICI	11
4.	MATERIALI DI CONSUMO ED ACCESSORI DI MONTAGGIO	13
5.	DATI TECNICI IMPIANTO	16
6.	PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	17
7.	QUADRI ELETTRICI	18

1. IMPIANTI ELETTRICI E ILLUMINAZIONE

Le opere hanno per oggetto i lavori e le prestazioni occorrenti per la realizzazione degli impianti elettrici ed illuminazione previsti a servizio dell'intervento "Tratta Saronno-Como opere sostitutive PL KM 31+267 nei comuni di Cadorago e Lomazzo".

Le caratteristiche tecnico-funzionali e le modalità d'esecuzione degli impianti in argomento vengono appresso ulteriormente dettagliate e specificate; le loro caratteristiche dimensionali, lo sviluppo ed il posizionamento delle linee e degli apparecchi sono altresì ricavabili dagli elaborati di progetto.

Formano oggetto del presente capitolato tecnico le norme e le prescrizioni relative alla fornitura e alla posa in opera dei componenti principali ed accessori necessari per la realizzazione degli impianti compresi e descritti nella relazione allegata al progetto.

L'uso dei componenti elettrici conformi alle relative Norme CEI riguardanti la sicurezza permette di soddisfare le prescrizioni di questo capitolo.

2. NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

Gli impianti e tutti i componenti elettrici previsti sono stati progettati e dovranno essere costruiti nel rispetto delle seguenti leggi e normative vigenti:

Normativa impianti elettrici

- D.M. del 22/01/2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- D.Lgs del 09/04/2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge del 1° MARZO 1968 N. 186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici" (regola d'arte);
- D.M. 236 14/06/89 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";

- Legge n. 791 del 18/10/1977 “Attuazione direttiva CEE n.73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro determinati limiti di tensione”;
- D.M. del 10/4/1984 “Eliminazione dei radiodisturbi”;
- Legge n. 13 del 9/1/1989 “Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati”;
- Direttiva 93/68/CEE, recepita con D.Lgs 626/94 e D.Lgs 277/97: “Direttiva Bassa Tensione”;
- Direttiva 89/336/CEE, recepita con D.Lgs 476/92 “Direttiva del Consiglio d’Europa sulla compatibilità elettromagnetica”;
- D.Lgs 14/08/1996 n.493 “Segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro”;
- D.Lgs 12/11/1996 n.615 “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992. Dalla direttiva 93/68/Cee del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993”;
- D.Lgs 31/07/1997 n.277 “Modificazione al decreto legislativo 25/11/1996 n.626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”;
- Norme UNI EN 40 “Pali per illuminazione pubblica”;
- Norme UNI EN 1317 “Barriere di sicurezza stradali”;
- Norma UNI EN ISO 1461 “Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio – Specificazioni e metodi di prova”;
- Norma UNI EN 10025 “Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura”;
- Norma UNI 10671 “Apparecchi di illuminazione – Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati”;

- Norma UNI 10819 “Luce e illuminazione: impianti di illuminazione esterna – requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- Norma UNI EN 12665 “Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements” [Luce e illuminazione – Criteri e termini base per specificare i requisiti di illuminazione];
- Norma UNI 11248 “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche”; Ultima edizione ottobre 2016.
- Norma UNI EN 13201-1 “Road lighting – Part 1: Selection of lighting classes” [Illuminazione stradale – Parte 1: Scelta delle classi di illuminazione]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13201-2 “Road lighting – Part 2: Performance requirements” [Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13201-3 “Road lighting – Part 3: Calculation of performance” [Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13201-4 “Road lighting – Part 4: Methods of measuring lighting performance” [Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13032-2 “Light and lighting – Measurements and presentation of photometric data of lamps and luminaries – Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places” [Luce e illuminazione – Illustrazione e misure dei dati fotometrici di lampade e luminarie – Parte 2: Illustrazione dei dati per ambienti di lavoro interni ed esterni];
- Pubblicazione CIE 17.4:1987 “International vocabulary for lighting” [Vocabolario internazionale di illuminazione];
- Pubblicazione CIE TC 4.21:1997 “Guidelines for minimizing sky glow” [Linee guida per la limitazione della luminosità del cielo];
- Pubblicazione CIE 112:1994 “Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting” [Sistema di valutazione della luce dispersa per uso entro aree esterne e sportive];

- Pubblicazione CIE 115:1995 “Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic” [Raccomandazioni per l’illuminazione di strade a traffico motorizzato e pedonabile];
- Pubblicazione CIE 129:1998 “Guide for lighting exterior work areas” [Guida per l’illuminazione esterna di aree di lavoro];
- Pubblicazione CIE 136:2000 “Guide to the lighting of urban areas” [Guida per l’illuminazione delle aree urbane];
- Pubblicazione CIE 140:2000 “Road lighting calculations” [Calcoli per illuminazione stradale];
- Pubblicazione CIE 150:2003 “Guide on the limitation of the effects of obstrusive light from outdoor lighting installations” [Guida per la limitazione degli effetti della luce dispersa dagli impianti di illuminazione esterna];
- Pubblicazione CIE 154:2003 “Maintenance of outdoor lighting systems” [Manutenzione degli impianti di illuminazione esterna];
- Norma Europea CEI EN 12464-2 “Lighting of work places – Part 2:Outdoor work places” [Illuminazione degli ambienti di lavoro – parte 2: ambienti esterni];
- CIE 88/90 “Guide for the lighting of the road tunnels”.
- Prescrizioni ANAS e/o comunali;
- Norme I.E.C. (Commissione Elettrotecnica Internazionale);
- Tabelle di unificazioni UNEL;
- Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- Leggi regionali che definiscono i limiti di inquinamento luminoso con particolare riferimento alla Legge Regionale Lombardia n. 17 del 27/03/2000 e successive integrazioni;
- Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. 2611 del 11 dicembre 2000 “Aggiornamento dell’elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto”;

- Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. 7/6162 del 20 Settembre 2001 Criteri di applicazione della L.R. 17 “Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso”;
- Legge Regionale 21 dicembre 2004 n° 38 - Pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - 2° suppl. Ordinaria al n° 52 - 24 dicembre 2004 “Modifiche ed integrazioni alla legge regionale del 27 marzo 2000 n.17 (Misure urgenti in materia di risparmio energetico ad uso illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso) ed ulteriori disposizioni”;
- Legge Regionale 20 dicembre 2005 n° 19 - Pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - 1° suppl. Ordinario al n° 51 - 22 dicembre 2005 “Disposizioni legislative per l'attuazione del documento di programmazione economico-finanziaria regionale, ai sensi dell'articolo 9-ter della legge regionale 31 marzo 1978, n. 34 (Norme sulle procedure della programmazione, sul bilancio e sulla contabilità della Regione) - Collegato 2006”;
- Legge Regionale del 27 febbraio 2007 n. 5 - Pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - BURL del 2 marzo 2007 n. 9, 2° suppl. ord. “Interventi normativi per l’attuazione della programmazione regionale e di modifica e integrazione di disposizioni legislative”;
- D.d.g. del 3 agosto 2007 n° 8950, BURL n. 33 serie ordinaria del 13 agosto 2007 “Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17: Linee guida per la realizzazione dei piani comunali dell’illuminazione”.

In particolare, l’impianto elettrico è stato progettato in conformità alle seguenti norme CEI:

- Norma CEI 3-1 “Segni grafici per schemi elettrici; elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale”;
- Norma CEI 3-15 “Segni grafici per schemi; conduttori e dispositivi di connessione”;
- Norma CEI 3-18 “Segni grafici per schemi; produzione trasformazione e conversione dell'energia elettrica”;
- Norma CEI 3-19 “Segni grafici per schemi; apparecchiature e dispositivi di comando e protezione”;

- Norma CEI 3-20 “Segni grafici per schemi; strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione”;
- Norma CEI 3-23 “Segni grafici per schemi; schemi e piani di installazione architettonici e topografici”;
- Norma CEI 3-25 “Segni grafici per schemi; generalità”;
- Norma CEI 3-32 “Raccomandazioni generali per la preparazione degli schemi elettrici”;
- Norma CEI 7-6 “Controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso”;
- Norma CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norma CEI 17-5 “Interruttori automatici per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200 V”;
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI: 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- Norma CEI 17-43 “Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione per le apparecchiature di assieme di protezione e di manovra per bassa tensione non di serie (ANS)”;
- Norma CEI 20-19 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- Norma CEI 20-20 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- Norma CEI 20-22 “Cavi non propaganti l'incendio”;
- Norma CEI 20-29 “Conduttori per cavi isolati”;

- Norma CEI 20-32 “Cavi con neutro concentrico isolati con gomma etilpropilenica ad alto modulo, per sistemi a corrente alternata con tensione non superiore a 1 kV”;
- Norma CEI 20-37 “Cavi elettrici: prove sui gas emessi durante la combustione”;
- Norma CEI 20-38 “Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi; parte I - tensione nominale non superiore a 0.6/1 kV”;
- Norma CEI 20-45 “Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV”;
- Norma CEI 23-3 “Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione alternata non superiore a 415 V”;
- Norma CEI 23-5 “Prese a spina per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-8 “Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori”;
- Norma CEI 23-11 “Interruttori e commutatori per apparecchi per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-12 “Prese a spina per usi industriali”;
- Norma CEI 23-14 “Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori”;
- Norma CEI 23-18 “Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati, per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-25 “Tubi per installazioni elettriche; prescrizioni generali”;
- Norma CEI 23-28 “Tubi per installazioni elettriche - parte II: norme particolari per tubi - sez. tubi metallici”;
- Norma CEI 23-29 “Tubi in materiale plastico rigido per cavidotti interrati”;
- Norma CEI 23-31 “Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi”;
- Norma CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione. Parte I; prescrizioni generali e prove”;
- Norma CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi di illuminazione di emergenza”;

- Norma CEI 34-23 “Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi fissi per uso generale”;
- Norme CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale fino a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua”;
- Norma CEI 64-8V2 in particolare la sezione 714. Febbraio 2005;
- Norma CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- Norma CEI C.T. 70 Involucri di protezione. (Riferimenti costruttivi apparecchi);
- CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- CEI UNEL 35023 1970 “Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4 - Cadute di tensione”;
- CEI UNEL 35024/1 1997 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- CEI UNEL 35024/2 1997 “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- CEI EN 62676 “Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza”.

Tutti i materiali e gli apparecchi previsti negli impianti di illuminazione esterna a progetto sono idonei all'ambiente in cui sono installati e presenteranno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

La marcatura CE è obbligatoria e deve venire apposta dal costruttore, importatore o mandatario, il quale dichiara, in tal modo, che il prodotto è conforme alla direttiva BT ed alle altre direttive ad esso applicabili. Ove esista una norma tecnica (armonizzata, internazionale o nazionale) relativa a componenti elettrici soggetti alla Direttiva BT, la rispondenza di un componente elettrico a tale norma presuppone anche la rispondenza ai requisiti essenziali della Direttiva.

In tal caso la presenza sul componente elettrico, in aggiunta alla marcatura CE, di un marchio di conformità, per esempio il marchio IMQ, alla norma, garantisce la conformità alla norma stessa.

Se il componente elettrico non è provvisto di marcatura CE, oppure in caso di componente elettrico non soggetto ad altre direttive di altra adeguata documentazione (marchi di conformità, attestati rilasciati da organismi indipendenti e riconosciuti dalle UE, dichiarazione del costruttore di rispondenza alle norme, relazione rilasciata da un organismo riconosciuto dalla UE) il componente elettrico ricade comunque nella Direttiva Sicurezza Prodotti (92/59 CEE; in Italia D.L. 17/03/1995). In quest'ultimo caso è opportuno che l'installatore richieda al costruttore, all'importatore o al mandatario, la documentazione attestante che il componente elettrico è costruito a regola d'arte indicando eventuali norme non italiane di Stati U.E. (art. 5, comma 5 del DPR 447/91), norme o progetti di norme internazionali (I.E.C.) o specifiche tecniche cui ha fatto riferimento.

La dichiarazione di conformità del componente elettrico alla regola dell'arte può essere contenuta anche nei cataloghi del costruttore.

3. NOTE SUI COMPONENTI ELETTRICI

Il presente paragrafo tratta la scelta dei componenti elettrici e la loro installazione. Essa fornisce le regole comuni per la conformità alle misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per il funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto e le prescrizioni appropriate alle influenze esterne. La tensione nominale di un componente elettrico non deve essere inferiore alla tensione nominale dell'impianto. Per i componenti elettrici il cui funzionamento dipenda dalla tensione, le Norme CEI che li riguardano danno indicazioni sulla scelta del valore della loro tensione nominale, tenendo conto delle variazioni della tensione nominale dell'impianto.

I componenti elettrici devono essere scelti in modo da non causare effetti nocivi sugli altri componenti elettrici e sulla rete di alimentazione, oppure devono essere prese in sede di installazione opportune precauzioni.

Quando i componenti elettrici appartenenti a sistemi elettrici diversi sono raggruppati in un medesimo insieme (quadri, canalizzazioni, cassette ecc.) devono essere scelti o disposti in modo da evitare influenze reciproche nocive.

I componenti elettrici devono essere scelti tenendo conto della corrente (valore efficace in c.a.) che li percorre nell'esercizio ordinario. I componenti elettrici devono essere anche in grado di sopportare le correnti che li possono attraversare in condizioni di esercizio non ordinario per periodi di tempo determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

I componenti elettrici devono essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali essi possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione per la sicurezza in accordo con le prescrizioni precedenti.

Le caratteristiche dei componenti elettrici sono valide solo per le condizioni indicate nelle relative Norme o nei relativi Documenti di Armonizzazione, oppure se sono state effettuate prove adeguate nelle condizioni di influenze esterne uguali a quelle che si presentano nell'impianto.

Se un componente elettrico non ha, per costruzione, le caratteristiche corrispondenti alle influenze esterne del suo ambiente, può, ciò nonostante, essere utilizzato a condizione che gli sia fornita un'adeguata protezione supplementare al momento della messa in opera dell'impianto.

Tale protezione non deve influenzare in modo negativo il funzionamento del componente elettrico così protetto. Tutti i componenti elettrici, comprese le condutture elettriche, devono essere disposti

in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni. Tali possibilità non devono essere ridotte in modo significativo a causa del montaggio dei componenti elettrici in involucri od in compartimenti.

Devono essere fornite targhe od altri mezzi appropriati di identificazione per indicare la funzione degli apparecchi di manovra e di comando. Se il funzionamento degli apparecchi di manovra e di comando non può essere rilevato dall'operatore e se ciò può dar luogo a pericoli, deve essere previsto, in posizione visibile per l'operatore, un adatto indicatore in accordo, per quanto applicabile, con le Norme CEI EN 60073 e CEI EN 60447.

4. MATERIALI DI CONSUMO ED ACCESSORI DI MONTAGGIO

La fornitura deve comprendere tutti i materiali di consumo che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature; qui di seguito indicati a titolo indicativo e non limitativo: - bombole di acetilene, ossigeno; carbone; carburo; elettrodi e materiale d'apporto in genere (castolin, stagno, ecc.); paste deossidanti; gas liquido; benzina; nafta per lampade o altre prestazioni; nastro di teflon; pick-up; minio; talco; stracci; miscela "chico" per bloccaggi raccordi antideflagranti; reggette e spago per legature provvisorie cavi e tubi; ecc.

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

La fornitura deve comprendere tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non limitativo: - supporti; tasselli; staffette; zanche in profilato di ferro; collari di ferro piatto e gaffette di fusione o in profilato; chiodi a sparo; viti; dadi e bulloni; nastro metallico rivestito in PVC; targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione; pick; nastro di teflon; nastri di gomma, di neoprene, ecc.; nastri tipo scotch; nastri e tubetti sterlingati; morsetti concentrici; capicorda a compressione; treccia flessibile per la messa a terra delle armature; staffe; zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi.

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

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie; pinze; cacciavite; morse; forge; filiere; banchi di lavoro; pennelli; spruzzatori; saldatrici; secchi; recipienti; attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.) esclusi quindi soltanto i mezzi d'opera, i macchinari, il legname ed in genere gli impianti e le installazioni il cui uso è collettivo e generale.

Sono altresì comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio, ed eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti

di trasporto od altro; esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti, compresi il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.

Risarcimento alla Committente per spese che la stessa incontrerà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature e lo stesso ad opere già eseguite (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate).

Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiate sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo.

Esecuzione di tutti i collaudi d'isolamento e funzionamento con l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie che devono essere di fornitura dell'Installatore.

Allineamento e taratura degli strumenti.

Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato della Committente.

L'Impresa è tenuta a demolire e ricostruire a sue spese qualsiasi opera mal posizionata rispetto a quanto indicato nel presente Capitolato, documentazione tecnica e/o sui disegni.

Sono inoltre a completo carico dell'appaltatore tutti gli oneri per:

- l'allestimento e l'attrezzatura del cantiere;
- l'organizzazione e lo svolgimento dei lavori;
- i rilievi e le misurazioni necessari alle operazioni di consegna, verifica e contabilità dei lavori;
- i materiali e le opere provvisori necessari alla costruzione delle baracche per il deposito dei materiali e per il ricovero del personale, nonché di un locale per la Direzione Lavori, se da questa richiesta;
- le opere provvisori in genere, come: ponti, assiti, steccati, illuminazioni, licenze e tasse relative, armature, centine, casseri, sagome, puntelli, macchine, cordami, taglie, attrezzi, utensili, catene, arganelli e tutto quanto necessario per la costruzione dell'opera;

- ogni qualsiasi opera, predisposizione, accorgimento, indicazioni e simili inerenti all'igiene e sicurezza del lavoro, dovendosi l'appaltatore attenere in materia a tutte le disposizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti al momento dell'esecuzione del lavoro;
- le difese degli scavi mediante sbarramenti, cavalletti, cartelli di avviso, lumi per segnali notturni e comunque con tutti gli altri mezzi ed opere necessari per garantire la vita e l'incolumità degli operai nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Tutte le predisposizioni dovranno essere conformi alle Norme di Prevenzione degli infortuni vigenti;
- la sorveglianza diurna e notturna del cantiere e dei magazzini;
- la pulizia quotidiano del cantiere e lo sgombero a lavori ultimati delle attrezzature, dei materiali residuati e di quanto altro non utilizzato nelle opere;
- la documentazione fotografica dei lavori nel corso della loro esecuzione;
- l'assicurazione delle opere delle attrezzature nonché quella di responsabilità civile verso terzi;
- la custodia, la buona conservazione e la manutenzione ordinaria delle opere fino al collaudo;
- il provvedere a sue spese e cure alla fornitura e posa di due cartelli di adeguate dimensioni come richiesto dalle leggi vigenti;
- assistenza e fornitura delle attrezzature e maestranze necessarie alla messa in marcia di tutti gli impianti realizzati;
- consegna dei disegni costruttivi as built in allegato alla dichiarazione di conformità;
- tutti gli oneri di verifica e collaudo che la Direzione Lavori ed il collaudatore potrà richiedere per il controllo dello stato finale dei lavori;
- la definizione finale e la consegna della documentazione e delle pratiche riguardanti eventuali permessi, denunce, domande, benestare, autorizzazioni e collaudi nonché adeguamenti delle pratiche già consegnate a AUSL, ISPEL, ENEL, VV.F., U.T.F. e di altri enti competenti;
- il rispetto al capitolato generale d'appalto ed alle seguenti specifiche tecniche costruttive.

5. DATI TECNICI IMPIANTO

Località:	Rovellasca - Lomazzo
Altitudine:	AC1 (<1000 m s.l.m.)
Temperatura ambiente (Min/Max):	AA4 (-10°C / +40°C)
Umidità relativa:	AB4 (5 – 95 %)
Presenza di sostanze corrosive:	gas scarico auto
Sistema dell'impianto:	TT
Dati consegna impianto sollevamento:	10 kW 3F+N 400/230 Vca
Corrente di corto circuito presunta:	6 kA
Destinazione opera di progetto:	Illuminazione pubblica stradale / Imp. sollevamento
Dati generali per distribuzione quadri elettrici BT	
Tensione di esercizio:	400/230 Vca
Grado di protezione quadri esterni min:	IP55
Tensione di esercizio ausiliari:	230 Vca
Categoria di impiego teleruttori induttivi:	AC3
Categoria di impiego teleruttori resistivi:	AC1
Serrature portelle:	si
Forma costruttiva:	1
Potere di interruzione:	6 kA
Ingresso dei cavi:	dal basso

Dati generali per la distribuzione

Caduta di tensione massima sulle linee di alimentazione utenze (F.M. ed illuminazione): 4 % dal punto di consegna ente distributore.

Sezione minima conduttori: 2,5 mm²

Grado di isolamento minimo conduttori: 450/750 V per conduttori posati entro canalizzazioni in PVC; 600/1000 V per conduttori posati entro canalizzazioni metalliche e posti a vista o in cunicolo.

Grado di protezione minimo della distribuzione: IP55.

Separazione circuiti richiesta: tra potenza normale, privilegiata e speciali.

Altezze di posa apparecchiature: come riportato nella tavola tipici allegata al progetto e nel rispetto delle normative vigenti.

6. PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

A norme di legge l'impianto è stato dimensionato in modo tale da offrire la massima protezione possibile contro l'eventualità di infortuni derivanti sia da contatti diretti che da contatti indiretti.

A tale scopo si prevede l'impiego di protezione di tipo attivo (relè differenziali) contro l'eventualità di contatti diretti, di tipo passivo, (impianto di terra) contro i possibili contatti indiretti.

Tali dispositivi sono conformi alle disposizioni di legge in materia e saranno coordinati fra loro e con dispositivi di comando e protezione circuitale, al fine di ottenere i migliori risultati possibili.

6.1. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti è prioritariamente affidata a metodi totali (barriere, isolamento, involucri) grado di protezione non inferiore a IPXXB per tutti i componenti dell'impianto elettrico, parziali (ostacoli o distanziamento), all'uso dei sistemi PELV, SELV.

La protezione dai contatti diretti viene effettuata in modo addizionale mediante relè ad intervento differenziale, di cui saranno dotati gli interruttori generali dei vari quadri elettrici, con corrente di intervento non superiore a 30 mA.

6.2. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Tutte le apparecchiature differenziali saranno del tipo a sicurezza intrinseca, cioè, devono intervenire senza la necessità di sorgenti ausiliarie; o a sicurezza positiva, in caso di mancanza tensione ausiliari, il circuito si deve aprire.

Saranno protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli impianti utilizzatori normalmente non in tensione, ma che per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

La protezione è ottenuta con interruzione automatica del circuito, utilizzando dispositivi automatici atti ad impedire la persistenza di una tensione presunta di contatto superiore a 50 V per una durata sufficiente a causare un rischio fisiologico.

$$R_e \leq 50V / I_d$$

Dove: R_e = Massimo valore ammesso della resistenza di terra; 50V = Massimo valore ammesso della tensione di contatto; I_d = Corrente che determina l'apertura del dispositivo di protezione dai contatti indiretti.

7. QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici da adottare avranno le caratteristiche tecniche e prestazionali tipiche qui di seguito descritte. L'esatta taratura delle varie apparecchiature è rilevabile dagli schemi elettrici allegati al progetto:

Contenitore in poliesteri rinforzato in fibra di vetro a doppio isolamento e grado di protezione IP55 nelle misure (per dimensioni e composizione vedi schemi quadri e particolari costruttivi allegati al progetto), aventi le dimensioni riportate sullo schema elettrico stesso.

7.1. CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici in lamiera o in fibra di vetro dovranno essere in rispondenza alle CEI 17-13 e CEI 70-1 con un grado di protezione almeno IP 55, completi di portella di chiusura ed apribile a mezzo di attrezzo a chiave.

La struttura e le portelle quando prevista in metallo dovranno essere verniciate con doppia verniciatura antiruggine previo decapaggio, stuccatura, carteggiatura, fosfatizzazione e seguirà verniciatura con vernici alla nitrocellulosa o epossidiche, colore a scelta del committente.

La struttura sarà realizzata con una intelaiatura in profilo d'acciaio e pannelli in lamiera autoportante modulare.

Minuteria e bulloneria saranno composte a trattamento galvanico in cadmiatura o passivazione.

La disposizione delle apparecchiature sui pannelli del quadro dovrà essere fatta in modo che il fronte pannello risulti ordinato e sia immediato il reperimento dei vari comandi.

Per quanto possibile dovrà essere rispettata la disposizione delle apparecchiature e degli strumenti indicati nei disegni allegati al progetto e si dovrà tenere conto delle necessità dell'esercizio e della manutenzione.

Deve pertanto essere assicurato un comodo e facile accesso a tutte le apparecchiature e gli strumenti montati sul quadro. Particolare cura dovrà essere posta all'accessibilità delle parti di più frequente ispezione, come fusibili, relè, interruttori, ecc..

L'accesso delle apparecchiature interne del quadro deve del resto tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente in contatti con parti sottotensione.

Tutte le connessioni sulle corde isolate dovranno essere eseguite con capicorda applicati a pressione con apposite pinze oleodinamiche.

Tutti i collegamenti ausiliari e quelli agli strumenti di misura dovranno essere eseguiti con fili di rame isolati con materiale termoplastico con tensione nominale da 450/750V.

Non è ammessa la connessione diretta agli organi di comando di più di un conduttore per fase.

Ogni conduttore dovrà essere contrassegnato con scritte indelebili e tale identificazione riportata sugli schemi elettrici.

Dovranno essere previsti sul quadro appositi spazi per eventuali ampliamenti futuri del quadro, il 20% dello spazio frontale dovrà essere riservato ad eventuali ampliamenti.

Tutti i circuiti ausiliari per comandi, segnalazione o misure che entrano od escono dal quadro, dovranno fare capo ad una apposita morsettiera di tipo componibile in melanina di sezione adeguata ai conduttori che vi fanno capo. Le morsettiere dovranno portare le indicazioni necessarie per contraddistinguere il circuito ed il servizio a cui ciascun conduttore appartiene.

7.2. APPARECCHIATURE BASSA TENSIONE – CABLAGGI QUADRI ELETTRICI

Il quadro deve essere provvisto di marcature CE e deve essere dotato di targa indicante il costruttore e tutti i dati di identificazione del quadro stesso:

- nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- tipo o numero di identificazione;
- corrente nominale del quadro;
- natura della corrente e frequenza;
- tensione nominale di funzionamento;
- grado di protezione.

Targhe e targhette saranno in metallo o plastica, incise a pantografo o con stampa indelebile. Il fissaggio avverrà esclusivamente mediante viti o rivetti o con adesivo a sicura presa.

Nel quadro i singoli morsetti ed i conduttori che fanno capo alla morsettiera verranno contrassegnati con dei numeri o sigle per poter facilmente rintracciare, sugli schemi elettrici di montaggio, le loro funzioni e per poter effettuare con sicurezza i collegamenti in caso di manutenzione. Nei punti di connessione, i cavi dovranno perciò essere dotati di anelli indicatori di tipo impermeabile.

Sia per il circuito di potenza che per i circuiti ausiliari, le linee dovranno far capo a morsettiere opportunamente dimensionate e corredate di adeguato diaframma di isolamento.

Tutti i morsetti saranno singolarmente identificati a mezzo di cartellini indicatori. I morsetti saranno del tipo componibile su guida DIN e saranno scelti di una taglia superiore alla sezione del conduttore da allacciare.

Sarà prevista una apposita barra di terra di rame, di sezione adeguata, alla quale faranno capo i conduttori di protezione corrispondenti alle utenze allacciate. I cablaggi interni al quadro dovranno essere eseguiti in cavo senza guaina, del tipo non propagante l'incendio FS17 con isolamento 450/750V.

Le sezioni dei conduttori dovranno rispettare quanto riportato negli schemi elettrici allegati.

Il collegamento tra gli apparecchi posti all'interno del quadro ad apparecchi posti su portelle o parti mobili sarà eseguito con tutti i conduttori riuniti in un unico fascio, sagomati in modo da permettere l'apertura della porta.

I conduttori raggruppati all'interno del quadro dovranno essere posti entro canaline in materiale non propagante l'incendio, a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi.

Il loro dimensionamento sarà tale che i cavi le riempiano massimo per la metà della loro capienza.

Tutte le masse elettriche del quadro dovranno essere collegate alla apposita barra di terra.

Tutte le apparecchiature di sezionamento, di comando e protezione devono rispondere alle relative norme CEI.

All'interno del quadro dovrà essere predisposta una tasca in materiale plastico indeformabile contenente copia dello schema elettrico multifilare dell'impianto.

Il quadro elettrico sarà soggetto a specifiche verifiche e collaudi come specificato nella norma la norma CEI 17-13 o della Norma CEI 23-51 se applicabile.

Le sbarre principali di distribuzione devono essere protette e devono essere opportunamente dimensionate per sopportare le sollecitazioni termodinamiche delle correnti di guasto.

Il fornitore del quadro dovrà produrre la seguente documentazione tecnica da fornire sia su supporto cartaceo sia su supporto informatico (formato AutoCad per qualsiasi tipo di elaborato):

- schemi costruttivi e funzionali aggiornati;

- manuali d'uso;
- elenco parti di ricambio;
- documento riportante l'esito delle prove individuali eseguite sul quadro;
- calcoli di sovratemperatura.

Dovrà essere fornita dal costruttore anche la dichiarazione di Conformità attestante:

- nome o marchio del costruttore;
- data di costruzione;
- numero di matricola e collaudo;
- marcatura CE;
- corrente nominale del quadro;
- corrente di cortocircuito;
- natura della corrente e della frequenza;
- tensione nominale di funzionamento;
- grado di protezione.

7.3. INTERRUTTORI AUTOMATICI

La struttura portante degli interruttori modulari deve essere composta da scatole in materiale isolante termoindurente/termoplastico. La zona di potenza dell'interruttore deve essere totalmente isolata dalle parti di comando ed accessorie.

Il meccanismo di comando deve essere del tipo ad apertura rapida con sgancio libero della leva di manovra, indipendente dalla pressione sulla leva e dalla velocità dell'operazione.

Tutti i poli di fase dovranno muoversi simultaneamente in caso di chiusura, apertura e sgancio.

Il comando dell'interruttore modulare deve avvenire mediante l'azionamento di una leva di manovra che indichi visibilmente in modo univoco le due posizioni di CHIUSO e APERTO, la posizione di SCATTATO deve coincidere con la posizione di APERTO.

Sulla leva di manovra deve essere presente una banda colorata verde o rossa secondo lo stato dell'interruttore e presentare al suo interno rispettivamente la scritta OFF e ON.

Il sistema di isolamento e sicurezza della zona di interruzione delle correnti di cortocircuito devono permettere il funzionamento reversibile dell'interruttore, cioè con alimentazione superiore/inferiore.

I terminali devono essere in rame con trattamento galvanico anticorrosivo, garante del collegamento di connessioni in rame e/o alluminio.

Nella parte superiore dell'interruttore devono essere presenti morsetti per cavi e morsetti posteriori PLUG-IN per l'accoppiamento a sistemi di cablaggio rapido.

Per le versioni 3P e 4P deve essere garantita la presenza di un doppio gancio DIN in modo da facilitare le operazioni di manutenzione e rimozione degli apparecchi stessi.

Sul fronte dell'interruttore devono essere riportate tutte le caratteristiche elettriche nominali principali del dispositivo. Il minimo grado di protezione garantito sul fronte DIN35 deve essere IP40 e sulle restanti parti (esclusi i terminali) IP20. Deve essere anche presente, sempre sul fronte DIN, un portacartellino integrato in modo da semplificare l'identificazione dei circuiti senza ricorrere a sistemi aggiuntivi.

Deve essere inoltre garantita l'insensibilità alle vibrazioni generate meccanicamente e per effetto elettromagnetico, in conformità alle Norme IEC 60068-8-35, CEI 50-6 secondo i valori 3g a 10÷55Hz per 30min.

Secondo la IEC 68-2 riguardo la tropicalizzazione, deve essere verificata la resistenza alla corrosione:

- in clima costante °C/RH 23/83, 40/93, 55/20
- in clima variabile °C/RH 25/95, 55/95

Inoltre, deve essere garantita la resistenza al calore anormale ed al fuoco fino a 650 °C e 960 °C per le parti a diretto contatto con il circuito di potenza (secondo la prova del filo incandescente).

7.3.1. Magnetotermici differenziali

La versione 1P+N deve essere disponibile nella versione con differenziale laterale (4 moduli, $I_n=6\div32A$, $I_{\Delta n}=0,03A$, tipo AC) o integrato (2 moduli, $I_n=0,5\div40A$, $I_{\Delta n}=0,03A$ e $0,01A$, tipo A e AC). Devono essere anche disponibili, con tarature da 6A a 32A, le versioni:

- interruttore magnetotermico 2P, 4 moduli, $I_n=0,03A$, differenziale tipo AC;
- interruttore magnetotermico con differenziale integrato 4P, 4 moduli, $I_n=0,03A$, differenziale tipo A e AC.

7.3.2. Moduli differenziali associabili

Tali moduli differenziali associabili devono essere comuni all'intera gamma di interruttori magnetotermici modulari con passo 17,5mm.

2P con ingombro di 2 moduli, tensione nominale 230/400Vac, $I_n=0,03 - 0,3 - 0,5 - 1 A$ per correnti fino a 63A e protezione differenziale tipo A, AC e A-S.

3P con ingombro di 3 moduli, tensione nominale 230/400Vac, $I_n=0,03 - 0,3 - 0,5 A$ per correnti fino a 63A e protezione differenziale tipo A e AC.

4P con ingombro di 4 moduli, tensione nominale 230/400Vac, $I_n=0,03 - 0,3 - 0,5 - 1 A$ per correnti fino a 63A e protezione differenziale tipo A, AC e A-S.

4P compatto con ingombro di 2 moduli, tensione nominale 230/400Vac, $I_n=0,03 - 0,3 - 0,5 - 1 A$ per correnti fino a 32A e protezione differenziale tipo A, AC e A-S.

Devono inoltre essere disponibili per tutte e 4 le tipologie, delle versioni HPI ad alta resistenza ai disturbi con $I_n=0,03A$, protezione differenziale tipo A, in grado di sopportare impulsi di corrente 8/20 μs fino a 3kA.

7.3.3. Accessoriamenti

Tutti gli ausiliari elettrici e meccanici devono essere comuni a tutta la gamma, installabili, fino ad un massimo di 3 per interruttore, sul fianco dell'apparecchio stesso senza la necessità di regolazione nell'utilizzo di utensili particolari.

7.3.4. Contatti di allarme e ausiliari

I contatti ausiliari e di allarme sono utilizzati per la segnalazione a distanza dello stato degli interruttori o per la segnalazione di eventuali allarmi dovuti a cortocircuiti, sovraccarichi e guasti differenziali. I contatti ausiliari devono essere dipendenti dallo stato dei contatti dell'interruttore abbinato, mentre quelli di allarme (o scattato relè) sono dipendenti dal cinematismo interno

dell'interruttore cambiando stato solo a seguito di un intervento dell'interruttore:

La selezione deve essere garantita per i seguenti voltaggi di alimentazione:

- da 24 a 230Vdc;
- da 230 a 400 Vac;

Devono inoltre essere garantite le seguenti caratteristiche meccaniche ed elettriche:

N° moduli di ingombro dispositivo: 1;

sezione massima cavo flessibile collegabile 2,5 mm²;

1NO/NC ad apertura anticipata e chiusura ritardata.

7.3.5. Sganciatori di comando

Gli sganciatori a lancio di corrente devono venire impiegati in abbinamento a pulsanti NO installabili in serie, per comandare l'apertura a distanza degli interruttori. Essi devono essere dotati di un contatto di scambio da impiegare per la segnalazione a distanza dello stato dell'interruttore. Il contatto deve commutare di stato in funzione della posizione della leva di azionamento dello sganciatore ed essere chiuso con leva posizionata in alto.

L'impiego dello sganciatore a lancio di corrente come funzione di emergenza prevede in accordo con la norma CEI 64-8, l'impiego di una opportuna segnalazione dell'efficienza del circuito di comando.

La gamma disponibile deve prevedere soluzioni da 12V÷48Vac/dc, 110÷415 Vac e 110÷125 Vdc.

Lo sganciatore di apertura di minima tensione deve essere abbinato a pulsanti o contatti di tipo NC. Quando la loro tensione di alimentazione scende al di sotto della soglia di intervento, essi provocano l'apertura dell'interruttore. Tutta la gamma deve essere predisposta per la regolazione del tempo di intervento da 0 a 300 ms, consentendone l'impiego anche in circuiti con sorgenti di alimentazione instabili.

La gamma disponibile deve prevedere soluzioni da 24Vdc, 48Vdc e 230Vac.

Lo sganciatore di emergenza deve prevedere un circuito di comando realizzato impiegando uno o più pulsanti NC collegati in serie che realizzano la sicurezza positiva. Lo sganciatore deve essere dotato di batteria tampone al Litio mantenuta in carica dal collegamento di rete e con riserva di carica superiore alle 60 ore.

Gli stessi pulsanti possono comandare più sganciatori collegati in parallelo tra loro (in questo caso dovranno essere alimentati tutti dallo stesso trasformatore).

L'ingombro deve essere di un modulo e l'alimentazione 24Vac.

7.3.6. Protezione differenziale

Interruttore differenziale con morsetti IN/OUT affiancati, cablabile con pettine di cablaggio rapido ad altri interruttori magnetotermici 1P+N posizionati lateralmente:

2P con ingombro di 2 moduli, tensione nominale 230Vac, $I_n = 0,03A$ per correnti di 25A e 40A e protezione differenziale tipo A, AC e A-S.

Interruttori differenziali con morsetto standard:

2P con ingombro di 2 moduli, tensione nominale 230/400Vac, $I_n = 0,01 - 0,03 - 0,1 - 0,3 - 0,5 A$ per correnti fino da 16A a 80A e protezione differenziale tipo A, AC e A-S.

4P con ingombro di 4 moduli, tensione nominale 400Vac, $I_n = 0,03 - 0,3 - 0,5 A$ per correnti fino da 25A a 80A e protezione differenziale tipo A, AC e A-S.

Devono inoltre essere disponibili per tutte e 2 le tipologie, delle versioni HPI ad alta resistenza ai disturbi con $I_n = 0,03A$ per correnti da 25, 40, 63A, protezione differenziale tipo A, in grado di sopportare impulsi di corrente 8/20 μs fino a 3kA.

Caratteristiche elettriche

- Numero di poli: 2P e 4P
- Tensione nominale di impiego U_e : 230Vac (2P) e 400Vac (4P)
- Tensione nominale di isolamento U_i : 500 Vac
- Tensione massima di impiego U_{max} : 440 Vac
- Tensione minima funz. tasto prova Vac: 100 (170 per 4P)
- Corrente nominale I_n : 16 25 40 63 80 A
- Frequenza di esercizio Hz: 50 60 Hz
- Temperatura di impiego: -25÷60 °C
- Grado di protezione (zone morsetti/altre zone): IP20/IP40

- Numero minimo manovre elettriche: 10.000
- Numero minimo manovre meccaniche: 20.000
- Dimensioni (l x a x p) [mm]: 17,5 (x P) x 83 x 60 (44 battuta)
- Passo [mm]: 17,5

Deve essere garantito il funzionamento senza riduzione o declassamento delle caratteristiche fino ad una altitudine di 3000m.

7.3.7. Protezione magnetotermica da 6kA

Descrizione generale

Gli interruttori magnetotermici automatici modulari devono essere di categoria A e quindi istantanei, adatti alla protezione del circuito elettrico nel quale sono utilizzati.

Le versioni disponibili e adottabili devono essere selezionabili all'interno della seguente gamma in funzione dell'applicazione e del sistema di distribuzione:

1P; 1P+N (versione compatta da 1 modulo e versione standard da 2 moduli); 2P; 3P e 4P.

La gamma di tali interruttori modulari deve coprire i calibri con correnti nominali:

da 0,5A fino a 63A con curva di intervento "C" a 40°C;

da 6,0A fino a 63A con curva di intervento "B" e "D" a 40°C; ed essere in grado di interrompere correnti di cortocircuito fino a 6 kA a 400Vac.

La funzione di protezione magnetotermica contro le sovracorrenti per cortocircuito e sovraccarico deve essere assicurata attraverso un relè meccanico integrato nel dispositivo.

In tutte le versioni 1, 2, 3, 4P i poli sono identici ed ugualmente dimensionati e protetti.

Nelle versioni 1P+N il neutro non deve essere protetto ma solo sezionabile insieme alle fasi.

7.3.8. Sganciatore magnetotermico

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curva "C" da 0,5A a 63A per tutte le polarità di gamma.

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curva "B" e "D" da 6A a 63A per le polarità 1, 2, 3 e 4P.

Per la versione 1P+N compatto (1 modulo di ingombro) deve essere disponibile, per le tarature da 6A a 40A, la versione con caratteristica di intervento secondo la curva "B" e seconda la curva "C".

Caratteristiche elettriche

- Numero di poli: 1P, 1P+N, 2P, 3P e 4P
- Tensione nominale di impiego U_e : 230Vac (1P e 1P+N) 400Vac (2P, 3P, 4P)
- Tensione nominale di isolamento U_i : 500 Vac
- Tensione massima di impiego U_{max} : 440 Vac
- Corrente nominale I_n : 0,5 1 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40 50 63A
- Potere di interruzione limite a 380/415V I_{cu} : 6 kA
- Potere di interruzione di servizio a 380/415V I_{cs} (% I_{cu}): 100
- Frequenza di esercizio Hz: 50 60 Hz
- Temperatura di impiego T_a : -25÷60 °C
- Grado di protezione (zone morsetti/altre zone): IP20/IP40
- Classe di limitazione (CEI EN 60898): 3
- Numero minimo manovre elettriche: 10.000
- Numero minimo manovre meccaniche: 20.000
- Dimensioni (l x a x p) [mm]: 17,5 (x P) x 83 x 60 (44 battuta)
- Passo [mm] : 17,5

Temperatura di riferimento: 40°C. Per temperature differenti e comunque fino a 60°C deve essere disponibile una tabella di declassamento propria dell'interruttore e distinta per taratura.

7.3.9. Protezione magnetotermica differenziale monoblocco da 6kA

Descrizione generale

Gli interruttori magnetotermici differenziali modulari devono essere di categoria A e quindi istantanei, adatti alla protezione del circuito elettrico nel quale sono utilizzati.

Le versioni disponibili e adottabili devono essere selezionabili all'interno della seguente gamma in funzione dell'applicazione e del sistema di distribuzione:

1P+N (versione compatta da 2 moduli); 2P (4 moduli) e 4P (4 moduli).

La gamma di tali interruttori modulari differenziali deve coprire i calibri con correnti nominali da 0,5A fino a 63A a 40°C, ed essere in grado di interrompere correnti di cortocircuito almeno di 6kA a 400Vac (secondo la CEI EN 60898).

La funzione di protezione magnetotermica contro le sovracorrenti per cortocircuito e sovraccarico deve essere assicurata attraverso un relè meccanico integrato nel dispositivo.

La soglia di intervento magnetotermico deve essere caratterizzata da curva "C" per tutte le versioni.

La funzione di protezione differenziale, contro guasti a terra o dispersioni, è integrata nell'interruttore e deve essere di tipo AC con valore di $I_n=0,03A$. Per le versioni 1P+N e 4P deve essere disponibile la protezione differenziale di tipo A e anche il valore di $I_n=0,3A$.

Nelle versioni 2P e 4P i poli sono identici ed ugualmente dimensionati e protetti.

Nelle versioni 1P+N il neutro non deve essere protetto ma sezionabile.

Sganciatore magnetotermico

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curva "C".

Protezione differenziale

La versione 1P+N deve essere disponibile nella versione compatta (2 moduli) con le seguenti caratteristiche:

tipo A: $I_n=0,5A\div40A$ con $I_n=0,03A$ (per le tarature $I_n=10A$ e $16A$ anche $I_n=0,3A$)

tipo AC: $I_n=0,5A\div40A$ con $I_n=0,03A$ (per le tarature $I_n=6A\div32A$ anche $I_n=0,3A$)

La versione 2P deve prevedere 4 moduli di ingombro, tipo AC, $I_n=6A\div63A$, $I_n=0,03A$.

La versione 4P deve prevedere 4 moduli di ingombro, tipo A e AC, $I_n=6A\div32A$, $I_n=0,03A$ e $0,3A$.

Caratteristiche elettriche

- Numero di poli: 1P+N, 2P, 4P
- Tensione nominale di isolamento U_i : 500 Vac

- Tensione massima di impiego U_{max} : 440 Vac
- Tensione minima di funzionamento tasto di prova: 100 Vac (170Vac per 4P)
- Corrente nominale I_n : 0,5 1 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40A
- Potere di interruzione limite a 380/415V I_{cn} : 6 kA
- Potere di interruzione di servizio a 380/415V I_{cs} (% I_{cu}): 100%
- Frequenza di esercizio Hz: 50 60 Hz
- Temperatura di impiego T_a : -25÷60 °C
- Grado di protezione (zone morsetti/altre zone): IP20/IP40
- Classe di limitazione (CEI EN 60898): 3
- Numero minimo manovre elettriche: 10.000
- Numero minimo manovre meccaniche: 20.000
- Dimensioni (l x a x p) [mm]: 17,5 (x P) x 83 x 60 (44 battuta)
- Passo [mm]: 17,5

Temperatura di riferimento: 40°C. Per temperature differenti e comunque fino a 60°C deve essere disponibile una tabella di declassamento propria dell'interruttore e distinta per taratura.

7.3.10. Protezione magnetotermica da 10kA fino a 63A

Descrizione generale

Gli interruttori magnetotermici automatici modulari devono essere di categoria A e quindi istantanei, adatti alla protezione del circuito elettrico nel quale sono utilizzati.

Le versioni disponibili e adottabili devono essere selezionabili all'interno della seguente gamma in funzione dell'applicazione e del sistema di distribuzione:

1P; 1P+N (2 moduli); 2P; 3P e 4P.

La gamma di tali interruttori modulari deve coprire i seguenti calibri con correnti nominali:

da 6 A fino a 63A con curva di intervento "C" a 40°C;

da 6 A fino a 63A con curva di intervento "D" a 40°C con esclusione della versione 1P+N;

da 1 A fino a 40A con curve di intervento “Z” e “K” a 40°C per le versioni 2P e 4P; ed essere in grado di interrompere correnti di cortocircuito fino a 10 kA a 400Vac.

Fino a 32 A è richiesto un potere di interruzione fino a 15kA a 400Vac.

La funzione di protezione magnetotermica contro le sovracorrenti per cortocircuito e sovraccarico deve essere assicurata attraverso un relè meccanico integrato nel dispositivo.

In tutte le versioni 1, 2, 3, 4P i poli sono identici ed ugualmente dimensionati e protetti.

Nelle versioni 1P+N il neutro non deve essere protetto ma solo sezionabile insieme alle fasi.

Sganciatore magnetotermico

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curva “C” da 1A a 63 A per tutte le polarità di gamma.

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curva “D” da 6A a 63 A per le polarità 1, 2, 3 e 4P.

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curve “Z” e “K” da 1A a 40A per le polarità 2P e 4P.

Caratteristiche elettriche

- Numero di poli: 1P, 1P+N, 2P, 3P e 4P
- Tensione nominale di impiego Ue: 230Vac (1P e 1P+N) 400Vac (2P, 3P, 4P)
- Tensione nominale di isolamento Ui : 500 Vac
- Tensione massima di impiego Umax : 440 Vac
- Corrente nominale In: 1 1,6 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40 50 63A
- Potere di interruzione limite a 380/415V Icu: 10 kA (15kA fino a 32A)
- Potere di interruzione di servizio a 380/415V Ics (%Icu): 75%
- Frequenza di esercizio Hz: 50 60 Hz
- Temperatura di impiego Ta: -25÷60 °C
- Grado di protezione (zone morsetti/altre zone): IP20/IP40
- Classe di limitazione (CEI EN 60898): 3

- Numero minimo manovre elettriche: 10.000
- Numero minimo manovre meccaniche: 20.000
- Dimensioni (l x a x p) [mm]: 17,5 (x P) x 83 x 60 (44 battuta)
- Passo [mm] : 17,5

Temperatura di riferimento: 40°C. Per temperature differenti e comunque fino a 60°C deve essere disponibile una tabella di declassamento propria dell'interruttore e distinta per taratura.

7.3.11. Protezione magnetotermica da 10kA fino a 125A

Descrizione generale

Gli interruttori magnetotermici automatici modulari devono essere di categoria A e quindi istantanei, adatti alla protezione del circuito elettrico nel quale sono utilizzati.

Le versioni disponibili e adottabili devono essere selezionabili all'interno della seguente gamma in funzione dell'applicazione e del sistema di distribuzione:

1P; 2P; 3P e 4P.

La gamma di tali interruttori modulari deve coprire i seguenti calibri con correnti nominali:

versione 1P: da 80 A fino a 125 A con curva di intervento "C" a 40°C;

versioni 2P, 3P, 4P: da 80 A fino a 125 A con curva di intervento "C" e "D" a 40°C; ed essere in grado di interrompere le seguenti correnti di cortocircuito:

versione 1P: 10kA a 230Vac e 16kA a 400Vac

versione 2P: 25kA a 230Vac e 16kA a 400Vac

versione 3P e 4P: 16kA a 230Vac e 10kA a 400Vac

La funzione di protezione magnetotermica contro le sovracorrenti per cortocircuito e sovraccarico deve essere assicurata attraverso un relè meccanico integrato nel dispositivo.

In tutte le versioni 1, 2, 3, 4P i poli sono identici ed ugualmente dimensionati e protetti.

Sganciatore magnetotermico

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curva "C" da 80A a 125 A per tutte le polarità di gamma.

Relè magnetotermico, con caratteristica di intervento secondo lo standard curva “D” da 80A a 125 A per le polarità 2, 3 e 4P.

Caratteristiche elettriche

- Numero di poli: 1P, 1P+N, 2P, 3P e 4P
- Tensione nominale di impiego U_e : 230Vac (1P e 1P+N) 400Vac (2P, 3P, 4P)
- Tensione nominale di isolamento U_i : 500 Vac
- Tensione massima di impiego U_{max} : 440 Vac
- Corrente nominale I_n : 1 1,6 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40 50 63A
- Potere di interruzione limite a 380/415V I_{cu} : 10 kA (16kA per versioni 1P e 2P)
- Potere di interruzione di servizio a 380/415V I_{cs} (% I_{cu}): 75%
- Frequenza di esercizio Hz: 50 60 Hz
- Temperatura di impiego T_a : -25÷60 °C
- Grado di protezione (zone morsetti/altre zone): IP20/IP40
- Classe di limitazione (CEI EN 60898): 3
- Numero minimo manovre elettriche: 10.000
- Numero minimo manovre meccaniche: 20.000
- Dimensioni (l x a x p) [mm]: 26 (x P) x 83 x 60 (44 battuta)
- Passo [mm] : 26

Temperatura di riferimento: 40°C. Per temperature differenti e comunque fino a 60°C deve essere disponibile una tabella di declassamento propria dell'interruttore e distinta per taratura.

7.4. Note generali cablaggio quadri elettrici

I conduttori utilizzati per i collegamenti all'interno del quadro saranno in cavo unipolare FS17 con tensione nominale $U_0/U=450/750$ del tipo non propagante l'incendio e la fiamma e tensione di prova 2.500V in c.a..

I circuiti di potenza sono dimensionati in base alla corrente nominale degli interruttori magnetotermici con sezione minima di 2,5 mmq.

A titolo indicativo forniamo di seguito una tabella sezione cavi ed amperaggio.

Sezione minima da utilizzare per cavo	Corrente massima di impiego
2,5 mm ²	10A
4 mm ²	20A
6 mm ²	25A
10 mm ²	35A
16 mm ²	50A
25 mm ²	63A
35 mm ²	85A
50 mm ²	100A
70 mm ²	125A
95 mm ²	160A

I circuiti ausiliari protetti in canalette di PVC saranno flessibili in rame con sezione minima di 1.5 mmq. I colori dei cavi saranno conformi alla seguente tabella:

Colore	Funzione
Nero	Fase 380/220 Vac
Blu	Neutro
Giallo / Verde	Terra - PE
Grigio	Cavi secondari TA
Rosso	Ausiliari 24 Vac
Rosa	Ausiliari 12 Vcc
Arancio	Ausiliari con tensione esterna
Bianco	Ausiliari digitali telecomando
Bianco	Segnali analogici/strumentazione

Ciascun conduttore sarà identificato da entrambi i capi dalla dicitura mediante segnafile indelebili e modificabili, in conformità agli schemi funzionali e di cablaggio, inoltre sarà munito di capicorda preisolato e serrato a pressione mediante adeguato utensile.

I conduttori saranno posti entro canalette in PVC autoestinguente V0, resistenza agli urti per temperatura -5 °C al calore 65 °C e alla propagazione della fiamma, complete di coperchio e riempite al massimo al 50%, i conduttori all'interno del canale avranno una scorta minima.

Ogni quadro sarà munito di una sbarra di terra principale avente sezione non inferiore a 100 mmq e con possibile connessione al sistema di terra dell'impianto preforata con fori di vari diametri e filettati passo MA, trattata mediante processo di nichelatura.

I ponti tra due fili saranno eseguiti sotto uno stesso capocorda, non si prevedono ponti tra due capocorda sotto uno stesso morsetto. I collegamenti dei circuiti ausiliari comuni a più apparecchiature saranno quindi eseguiti con il metodo delle barrette collettrici oppure con il sistema entra/esci; in questa ultima ipotesi sarà necessario fissare entrambi i fili in ingresso e in uscita dall'apparecchiatura in un unico capocorda di adeguata sezione: scollegando un'apparecchiatura dal circuito comune questo, in nessun caso, risulterà interrotto.

Coordinamento degli avviatori dei motori con interruttori automatici

MOTORE 380 V 50 Hz		INTERRUTTORE			RELE' TERMICO		CONTATTORE - AC 3	
Potenza Nominale	Corrente Nominale	Calibro		Tipo	Campo di Regolazione	Interno all'interruttore	Corrente Nominale	Tipo
KW	A	A	I _{rm}		A		A	
0,37	1,25	25	15	3RV10 21	1...1,6		17	3RT10 25
1,1	3,2	25	38	3RV10 21	2,8...4		17	3RT10 25
1,5	4	25	38	3RV10 21	2,8...4		17	3RT10 25
2,2	6,3	25	96	3RV10 21	5,5...8		17	3RT10 25
3	8	25	120	3RV10 21	7...10		17	3RT10 25
4	10	25	150	3RV10 21	9...12,5		17	3RT10 25
5,5	12,5	25	150	3RV10 21	9...13		17	3RT10 25
7,5	16	25	240	3RV10 31	14...20		32	3RT10 34
11	23	50	300	3RV10 31	18...25		32	3RT10 34
15	31	50	384	3RV10 31	22...32		50	3RT10 36
18,5	39	50	540	3RV10 31	36...50		50	3RT10 36
22	43	100	600	3RV10 42	36...50		65	3RT10 44
30	59	100	756	3RV10 42	45...63		80	3RT10 45
37	72	100	1080	3RV10 42	70...90		95	3RT10 46

Le capocorda, del tipo preisolato, per compressione con apposite pinze, saranno montati in maniera tale che sia impossibile il contatto diretto del dito di prova con la parte metallica del capocorda stesso e con il conduttore in rame su cui è applicato.

I circuiti di potenza facenti capo a un unico dispositivo di interruzione (interruttore o porta fusibile) saranno realizzati partendo dal dispositivo stesso con una linea per ogni circuito fino a un massimo di 2 circuiti: per l'alimentazione di più di 2 circuiti da un unico dispositivo di interruzione, si realizzeranno dei sistemi di barre in rame alimentate dal dispositivo stesso e in cui si attesteranno i circuiti derivati. Le sbarre e i conduttori isolati di potenza saranno contrassegnate come previsto nelle norme di riferimento (Esempio: L1/L2/L3/ o colori diversi).

Gli equipaggiamenti montati sulle porte saranno collegati con conduttori di tipo flessibilissimo. I collegamenti non protetti in canalette saranno raggruppati e supportati ove necessario.

I collegamenti ausiliari tra scomparti saranno realizzati con canalette per facilitare l'inserzione o la rimozione in condizioni di sicurezza di singoli conduttori; quando i collegamenti devono essere rimossi per motivi di spedizione saranno collegati a morsettiere terminali; non saranno utilizzate spine aggiuntive per realizzare i collegamenti interpannelli.

All'interno del quadro, le apparecchiature e i conduttori saranno identificati in maniera da permettere la loro immediata individuazione, le sigle e le diciture saranno conformi a quanto riportato sugli schemi elettrici. In particolare, i conduttori di cablaggio saranno siglati mediante sistema a tubetti e/o similare; i relè e i temporizzatori zoccolati riporteranno la medesima sigla sia sull'apparecchiatura sia sullo zoccolo. Sul fronte del quadro le apparecchiature saranno altresì corredate di targhette fisse pantografate, indicanti l'utenza e/o l'azione svolta.

Il metodo per l'individuazione dei conduttori di cablaggio sarà scelto tra uno dei due seguenti in conformità con la pubblicazione IEC 391.

7.4.1. INDIVIDUAZIONE DIPENDENTE DA ENTRAMBI I MORSETTI

Sistema di individuazione nel quale ogni estremità del conduttore è contrassegnato utilizzando contemporaneamente sia il simbolo del morsetto cui esso è connesso sia quello del morsetto cui è connessa l'altra estremità.

7.4.2. INDIVIDUAZIONE INDIPENDENTE

Sistema di individuazione nel quale ogni conduttore è contrassegnato in modo univoco utilizzando un simbolo di individuazione indipendente da quello dei morsetti cui è connesso; tale simbolo cambierà ogni qualvolta il conduttore sarà connesso a morsetti di apparecchiature, mentre rimarrà invariato quando il conduttore sarà connesso a morsetti di morsettiere interne.

Le estremità di conduttori connessi a morsettiere predisposte per realizzare collegamenti esterni allo scomparto, saranno completate con l'aggiunta nella sola estremità connessa al morsetto in uscita del simbolo di individuazione per il morsetto stesso e della morsettiera.

Le morsettiere saranno costituite da morsetti intercambiabili in melanina o di analoghe caratteristiche, saranno del tipo con viti a serraggio autobloccante, saranno muniti di targhette indelebili per la facile identificazione, e situate in posizione accessibile (parte inferiore del quadro o

pannello laterale dedicato), per il controllo e la manutenzione, i morsetti relativi ai cavi di potenza saranno muniti di separatori e resi inaccessibili mediante calotta isolante.

Se non diversamente specificato, i cavi attestati al quadro entreranno dal basso; si prevede quindi una disposizione orizzontale o verticale delle morsettiere con uno spazio libero nel fondo quadro di almeno 15-20 cm nel quale si posizionerà un profilato con morsetti di ammaro cavi.

Le apparecchiature in campo saranno allacciate ad appositi morsetti predisposti nel quadro elettrico, detti morsetti saranno di tipo componibile e assiemabile su guida omega.

La grandezza dei morsetti sarà scelta, in funzione del cavo che vi si attesta, nel seguente modo: per cavi fino a 10 mm² i morsetti saranno una taglia superiore alla sezione del cavo, per cavi oltre 10 mm² i morsetti saranno della stessa sezione del cavo.

Per segnali in tensione provenienti da TV si prevedono morsetti del tipo sezionabile, mentre per segnali in corrente provenienti da TA sono previsti dei morsetti del tipo cortocircuitabile. Entrambi i modelli saranno predisposti per prelievo esterno dei segnali tramite spinotti.

Per tutta la lunghezza delle morsettiere sono previste delle barre di rame con fori filettati per il collegamento dei cavi di terra e delle schermature; dove ciò non sarà possibile, si prevede di montare un morsetto di terra in corrispondenza di ogni singola utenza.

Tutte le barre di terra saranno montate su supporti isolati e collegate tramite cavo isolato alla barra di terra principale del quadro. Sulla sbarra di terra del quadro principale saranno attestate almeno due corde di rame in arrivo dall'organo disperdente interrato.

Gli strumenti analogici misure elettriche presentano dimensioni massime di 96 x 96 mm per gli strumenti ad indice e 96x48mm per i digitali e rispondere a quanto previsto dalle norme CEI CT-85 ed alle norme DIN 43700/43718.

La tensione di prova risulta di 2kV x un secondo a 50 Hz; la classe di precisione sarà come minimo pari a 1,5; la sovraccaricabilità sarà 10 In per un secondo e 1,2 In a tempo permanente. Le custodie saranno in materiale termoplastico del tipo a fiamma ritardata e tali da garantire un grado di protezione all'interno dello strumento pari a IP54.

Tutti gli strumenti da montare sul pannello interno sono di tipo da incasso, con attacchi posteriori aventi grado di protezione come minimo pari ad IP 2X; avranno custodia preferibilmente quadrata

o rettangolare e con possibilità di applicazione di sigilli ove necessario; saranno provvisti di azzeramento dall'esterno.

Il fissaggio delle apparecchiature o delle guide sulla piastra porta apparecchi avverrà mediante viti su fori filettati o autofilettanti, sono esclusi bulloni passanti con controdado non accessibile.

Le parti attive saranno ubicate e protette in modo tale che le persone addestrate ed autorizzate possano effettuare con quadro in tensione le seguenti operazioni, senza pericolo di contatti diretti accidentali:

- ispezione visiva di dispositivi di manovra, regolazione, segnalazione, relais, sganciatori ed altri apparecchi;
- regolazione e ripristino di relè a sganciatori;
- sostituzione di fusibili, lampade, eccetera;
- misure di tensione, corrente e localizzazione guasti eseguite con strumenti appositamente previsti ed isolati adeguatamente;
- allacciamento di cavi provenienti dall'esterno;
- rimozione per manutenzione dei componenti di ciascun circuito messo fuori tensione.

Gli strumenti indicatori, i manipolatori, i pulsanti e le lampade, saranno montati in posizione agevole per la lettura e la manovra.

Tutti i quadri saranno predisposti principalmente per una ventilazione naturale; una eventuale aerazione forzata sarà eseguita solo in caso di necessità. Per gli armadi in cui sono installati componenti elettronici o apparecchiature sensibili alla temperatura si prevede una ventilazione forzata addizionale.

La ventilazione sarà realizzata fornendo un ventilatore posto nella parte inferiore dell'anta di idonee prestazioni e di un foro posto nella parte superiore del quadro stesso.

A tal proposito il sistema di ventilazione sarà attrezzato come segue:

- alto grado di tenuta dell'intero armadio,
- predisposizione dei fori di aerazione con telaio porta filtro per filtri sostituibili,

- motore di ventilazione e accessori di protezione e comando.

7.5. APPARECCHIATURE AUSILIARIE PER QUADRI ANS

7.5.1. *Fusibili*

I fusibili saranno conformi alla Pubblicazione IEC 269-2 per installazioni industriali. I fusibili sui circuiti di distribuzione energia elettrica saranno dei tipi Ig o IIg.

I fusibili sui circuiti di alimentazione motori potranno essere IG, IIG, aM; quelli di corrente nominale superiore a 63 A saranno preferiti del tipo aM. Per la protezione di azionamenti a semiconduttori, dovranno essere impiegati esclusivamente dei fusibili del tipo extrarapido secondo quanto previsto dal costruttore dell'azionamento.

a) I fusibili a tappo avranno un potere di interruzione di:

50 kA (r.m.s.) a 380 V.

40 kA (r.m.s.) a 500 V.

Quelli per i circuiti di controllo potranno avere filettatura E16 oppure E27, mentre quelli per i circuiti di potenza potranno avere filettatura E27 oppure E33.

b) I fusibili a coltello (HRC) avranno un potere di interruzione di 100 kA (r.m.s.) fino a 500V.

Essi avranno dimensioni quanto più possibile uguali per le diverse correnti nominali, compatibilmente con gli standard costruttivi. Per i circuiti ausiliari si dovranno utilizzare morsetti con portafusibili corredati di led di segnalazione a 24V con fusibili di taglia 5x20mm tipo Cabur SFO.4/6/C24 o equivalente.

7.5.2. *Teleruttori*

I teleruttori da impiegarsi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- esecuzione compatta su guida DIN	grado protezione morsetti IP20
- tensione di alimentazione bobina	come da circuiti aux di comando
- tensione di isolamento	660 V
- categoria di impiego	AC3
- categoria di impiego contatti ausiliari	AC11

7.5.3. Relè ausiliari

I relè ausiliari da impiegarsi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- tensione di isolamento	660 V
- categoria di impiego	AC11
- esecuzione su zoccolo per guida DIN	grado protezione morsetti IP20
- tensione di alimentazione bobina	come da circuiti aux di comando
- accessori	led funzionamento

Per i relè, le correnti nominali di impiego (I_e) si intendono riferite ad un servizio a carico di 120 cicli ora; se non diversamente indicato la classe di durata meccanica sarà 1 (in milioni di cicli di manovra a vuoto).

7.5.4. Relè termici diretti

I relè termici diretti di sovraccarico saranno elettronici per utenze con avviamento pesante e/o con softstart mentre saranno di tipo bimetallici, tripolari per le utenze di piccola taglia con avviamenti diretti normali e non critici.

Tutte le protezioni termiche devono essere provviste di protezione contro la mancanza di fase ed a ripristino manuale; dovranno essere regolabili mediante un dispositivo graduato ed opereranno almeno su un contatto in scambio.

Salvo diversamente richiesto i relè termici saranno compensati rispetto alla temperatura dell'aria ambiente per variazioni da - 5 °C a + 50 °C ed avranno caratteristiche come indicato nella Tabella VII della Pubblicazione IEC 292-1 con le seguenti precisazioni per temperatura dell'aria ambiente di + 50°C: Tipo 1 A = 1,00 B = 1,15

Nei relè per avviamento "normale", per un valore di corrente pari a 6 volte il valore di regolazione, l'intervento non dovrà essere inferiore ai 5" considerando gli stessi a una temperatura iniziale pari alla temperatura ambiente di + 40 °C.

Nei relè per avviamento "pesante", per un valore di corrente pari a 6 volte il valore di regolazione, l'intervento non dovrà essere inferiore ai 12" considerando gli stessi a una temperatura iniziale pari alla temperatura ambiente di + 40 °C.

L'intervento a regime termico (a caldo) avverrà approssimativamente per valori di corrente maggiori o uguali a 1/4 del corrispondente valore di intervento a freddo, cioè con relè alla temperatura

ambiente. Sul cassetto di avviamento è prevista la fornitura di un pulsante per resettare il relè termico senza dover accedere all'interno del cassetto stesso.

7.5.5. Salvamotori

Si dovranno impiegare idonei salvamotori con sganciatori termici ritardati, uno per ogni fase, del tipo regolabile e sganciatori elettromagnetici fissi istantanei; il comando sarà del tipo a pulsante fino ad una corrente di impiego di 12A, del tipo a levetta per correnti superiori.

Dovranno inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- tensione di isolamento	660 V
- tensione nominale	400 V
- temperatura ammissibile	-20°C +55°C
- potere di interruzione minimo senza fusibili	minimo 10KA

Tutti i salvamotori dovranno essere dotati di contatti ausiliari (come minimo 2 n.a. e 2 n.c.).

7.5.6. Avviatori per motori b.t. e relative protezioni contro i cortocircuiti

Gli avviatori, cioè i dispositivi per la marcia e l'arresto dei motori in b.t. e per la loro protezione contro i sovraccarichi, potranno essere costituiti da contattori abbinati a relè termici diretti, oppure da contattori abbinati ad avviatori statici a tensione variabile con limitazione di corrente del tipo a rampa regolabile a tiristori con protezione elettronica integrata, particolarmente adatti ad effettuare avviamenti "dolci" con l'impiego della massima coppia motrice (ad esempio motori che devono partire sottocarico o con sforzi inerziali elevati all'atto dell'avviamento).

Tali apparecchiature dovranno essere in grado di limitare la corrente in fase di spunto iniziale senza limitare la coppia motrice, nonché controllare la fase di accelerazione, la quale dovrà poter essere impostabile come tempo di durata; al termine dell'avviamento dovrà essere segnalata la marcia normale della macchina.

Qualora dovessero subentrare anomalie al funzionamento dell'apparecchiatura o semplicemente prodursi dei surriscaldamenti per più avviamenti in successione, tali inconvenienti dovranno essere segnalati e allo stesso tempo inibire il funzionamento dell'apparecchiatura stessa.

La protezione contro i corto circuiti, salvo diversamente indicato, sarà realizzata a mezzo di fusibili coordinati con gli avviatori in modo da prevedere per questi ultimi un danneggiamento di Tipo "C" secondo la Pubblicazione IEC 292-1A:

L'avviatore non deve subire danneggiamenti (incluso l'attenzione permanente delle caratteristiche del relè di sovraccarico) maggiori della leggera bruciatura dei contatti; inoltre, il rischio di saldatura dei contatti deve essere ridotto a valori praticamente trascurabili.

Per gli avviatori di motori, i fusibili con corrente nominale superiore a 63 A saranno preferiti del Tipo "aM" secondo la Pubblicazione IEC 269-2.

Qualora l'eventuale protezione contro i corto circuiti dovesse essere realizzata a mezzo di interruttori automatici, essa sarà studiata caso per caso per garantire il minimo danneggiamento possibile ad esempio usando interruttori limitatori.

Le categorie di impiego degli avviatori saranno le seguenti secondo IEC 292-1:

AC-3 per motori con rotore a gabbia in servizio CONTINUO, DISCONTINUO STAGIONALE

AC-4 per motori con rotore a gabbia in servizio INTERMITTENTE

La corrente nominale di impiego (I_e) sarà assunta considerando un numero di cicli a carico (durata elettrica) come segue:

AC-3 almeno 1/10 del numero di cicli a vuoto (durata meccanica);

AC-4 0,3 milioni.

La classe del servizio intermittente ed il relativo rapporto di intermittenza per la categoria d'impiego AC-4 sarà definita caso per caso; in mancanza di indicazioni essa sarà: classe 3 (300 cicli/h) e rapporto di intermittenza 15 %.

Per la categoria di impiego AC-3, la scelta delle apparecchiature ed il relativo coordinamento saranno quelli indicati nel progetto.

L'impiego di apparecchiature diverse potrà essere adottato solo con la preventiva approvazione

8. CONDUTTURE ELETTRICHE DI BASSA TENSIONE

In generale i cavi previsti in progetto dovranno essere conformi ai requisiti della Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR e alla CEI UNEL 35324 a bassissima emissione di fumi e gas tossici conforme CEI 20-38, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo con guaina di mescola termoplastica, tensione nominale 0,6/1 kV, non propagante l'incendio conforme CEI 60332-1-2: con sigla di designazione FG16R16 0,6/1kV (ove unipolari) e/o FG16OR16 0,6/1kV (ove multipolari).

Per tutti i cavi dovrà essere prevista, ogni metro, una stampigliatura della sigla di designazione del cavo e della relativa sezione.

I cavi dovranno essere sempre sfilabili; non è ammessa la posa direttamente interrata.

Per tutti i cavi installati sull'impianto dovranno essere fornite le certificazioni delle prove di tipo richieste dalle Norme ed eseguite presso istituti autorizzati, nonché esplicita dichiarazione di corrispondenza tra il materiale certificato e quello posto in opera.

La posa dovrà avvenire a temperatura non inferiore a 0°C, il raggio minimo di curvatura non dovrà essere inferiore a 4 volte il diametro esterno per cavi con conduttore flessibile, e 6 volte con conduttori flessibili, lo sforzo di tiro massimo non superiore a 50 N per ogni mm² di sezione totale del rame.

Per le tratte terminali di alimentazione delle armature sono state previste la sezione di 2,5 mmq, da utilizzarsi quando la derivazione finale all'armatura viene effettuata in morsettiera a fusibili in Classe II tipo Conchiglia RESET o equivalente.

La distribuzione dei carichi tra le fasi dovrà essere tale da dare luogo ad un sistema equilibrato.

Sugli schemi planimetrici di progetto sono indicati il percorso delle linee di alimentazione.

Per quanto riguarda i cavi fino a sezione 10 mmq, è ammesso l'entra-esce direttamente sulla morsettiera in Classe II posta all'interno del palo; le derivazioni con cavi di sezione >10 mmq, saranno effettuate a mezzo di giunto a "T" entro pozzetto interrato, eseguito con morsetti a compressione, rivestito con nastro isolante autoagglomerante a base di EPR e successivamente con nastro in PVC grigio autoestinguente.

8.1. COLORE DI INDIVIDUAZIONE ANIME CONDUTTORI

Nella realizzazione degli impianti per l'individuazione dei conduttori dovranno essere seguiti i seguenti criteri:

1) Imposizione del colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.

2) Imposizione del colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.

3) Ammissione per i conduttori di fase, per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo, dei colori nero, grigio e marrone, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco.

Inoltre, per sezioni nominali non superiori a 1 mm², quando destinati ad impieghi particolari quali il cablaggio all'interno di quadri o apparecchiature, in aggiunta ai nove colori sopra precisati è permessa qualsiasi combinazione bicolore dei colori stessi.

4) Il colore blu chiaro è di norma riservato all'isolante del conduttore di neutro; nei cavi multipolari, qualora questo conduttore non serva o nei casi in cui esso è identificabile per la sua forma (per esempio il conduttore concentrico), l'anima di colore blu chiaro può essere utilizzata per altre funzioni, esclusa quella del conduttore di protezione.

5) Quando si utilizzano cavi unipolari con guaina non è necessaria l'individuazione mediante colorazione continua dell'isolante; tuttavia, in questo caso le estremità dei cavi devono essere identificate in modo permanente durante l'installazione da:

fascette o altri elementi di bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;

fascette di colore blu chiaro per il conduttore di neutro (questa distinzione può essere omessa per il conduttore di neutro di sezione inferiore a quella dei conduttori di fase corrispondenti).

6) I conduttori nudi, se usati come conduttori di protezione, devono essere colorati con bande verdi e gialle di uguale larghezza (da 15 a 100 mm) contigue, per ogni scomparto o per ogni cella o per ogni posizione accessibile. Se è utilizzato un nastro adesivo, esso deve essere bicolore.

7) Quanto sopra è valido anche per i conduttori nudi usati come conduttori di neutro.

La tabella che segue riassume quanto più sopra indicato.

Numero anime del cavo	Colori distintivi delle anime	
	Cavi con conduttore di protezione	Cavi senza conduttore di protezione
1	giallo / verde	blu chiaro; marrone; nero; grigio; arancione; rosa; rosso; turchese; violetto; bianco
2	-	blu chiaro marrone o nero
3	giallo / verde blu chiaro marrone o nero	blu chiaro marrone nero
4	giallo / verde blu chiaro marrone nero	blu chiaro marrone nero nero
5	giallo / verde blu chiaro marrone nero nero	blu chiaro marrone nero nero nero

8.2. CRITERI DI POSA DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE

I criteri di posa dei circuiti e delle condutture dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

8.3. LAVORI PRELIMINARI ALLA POSA

I cavi dovranno essere manipolati e posati con molta cura.

Il trasporto dal deposito al luogo di posa non dovrà essere fatto rotolando o strisciando la bobina, ma impiegando mezzi adeguati quali carrelli o autocarri appositamente attrezzati. Il rotolamento delle bobine dovrà essere consentito solo per piccoli spostamenti necessari alla sistemazione delle stesse sui cavalletti o sui carrelli.

8.4. REQUISITI DI POSA

I cavi dovranno essere posati avendo cura di non sottoporli a sollecitazioni meccaniche e termiche diverse da quelle normali, previste in funzione del tipo di posa usato.

I cavi non dovranno reggere pesi, neppure di organi elettrici ad essi collegati e dovranno essere adeguatamente sostenuti in funzione della loro resistenza meccanica.

I cavi non dovranno essere posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura a meno che essi siano del tipo speciale resistente al calore e non soggetti allo stillicidio o al getto di liquidi caldi o corrosivi.

Qualora non sia possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, dovranno essere adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo non i cavi per evitare di diminuire la portata.

I conduttori unipolari dei circuiti di potenza in corrente alternata dovranno essere disposti e supportati in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, ad esempio impiegando materiale amagnetico.

Eventuali cavi collegati in parallelo per la trasmissione di correnti elevate, dovranno essere sempre come segue:

- dello stesso tipo e sezione;
- seguiranno percorsi paralleli eventualmente con trasposizioni in modo che la lunghezza sia uguale;
- avranno organi di giunzione e terminazioni uguali ed installati in modo analogo;
- dovranno essere convenientemente ammarati per resistere alle sollecitazioni derivanti dal corto circuito.

I tipi di cavi e la loro installazione dovranno essere in conformità con le Norme assunte e con i documenti di progetto.

8.5. SFORZI DI TIRO APPLICABILI AI CAVI PER LA POSA

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi, quando applicati ai conduttori di rame o di alluminio non supereranno i valori prescritti dai costruttori ed in mancanza di questi non supereranno una sollecitazione 6 kg/mm^2 di sezione totale.

A tale scopo si dovranno impiegare calze metalliche, anelli o ganci di tiro adeguatamente fissate alle estremità dei conduttori evitando fra l'altro che l'umidità possa penetrare nel cavo.

Se il cavo è provvisto di un'armatura a fili o piattine di acciaio, la forza di tiro dovrà essere applicata all'armatura e non dovrà essere superiore ai valori prescritti dai costruttori; in mancanza di questo dato non si supererà una sollecitazione di 10 kg/mm^2 di sezione dell'armatura.

Durante la posa dovrà essere evitato che il cavo giri sul proprio asse.

È preferito il tiro con l'impiego della sola manodopera, però è consentito il tiro con paranco a mano oppure a motore, purché munito di un dispositivo che impedisca di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso per il cavo. Nei tratti di percorso molto lungo, per evitare di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso, sarà consentito impiegare rulli motorizzati intercalati a quelli folli; in questo caso però il loro azionamento dovrà essere controllato da paranco provvisto di controllo dello sforzo di tiro massimo.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente, ad esempio in un tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di caratteristiche più limitate.

8.6. RAGGIO DI CURVATURA

Durante le operazioni di posa dovranno essere evitate le piegature che non siano assolutamente necessarie. I raggi di curvatura (R) nei cambiamenti di direzione dei percorsi e nelle operazioni di posa non dovranno essere inferiori ai valori seguenti salvo accordi speciali con la Direzione Lavori e/o con il costruttore del cavo stesso:

R 8 (D+d) - cavi unipolari non schermati;

- cavi multipolari non armati e non provvisti di guaina metallica;
- cavi multipolari armati con nastri ma provvisti di guaina metallica;
- cavi multipolari armati con nastri ma non provvisti di guaina metallica.

R 10 (D+d) - cavi unipolari armati;

- cavi armati con fili o piattine;
- cavi con guaina di piombo;
- cavi con guaina in alluminio ondulata;
- cavi con conduttori concentrici.

R 20 D - conduttori in terra, nudi e isolati;

R 5 D - cavi con isolamento minerale.

Durante le operazioni di posa del cavo si dovranno evitare pieghe sotto il valore di:

$R = 20 D$.

Nelle formule in precedenza elencate, "D" indica il diametro esterno del cavo e "d" indica il diametro di un conduttore (il maggiore se i conduttori sono disuguali); quando non si può misurarlo, dovrà essere calcolato con:

$d = 1,3 S$ (in mm), dove S (in mm^2) è la sezione del conduttore.

8.7. SUPPORTAZIONE DEI CAVI

Nella posa verticale o in ogni caso inclinata oltre 30° sul piano orizzontale, i cavi dovranno essere supportati in alto e ad intervalli non superiori ai seguenti, al fine di evitare eccessivi sforzi di trazione dovuti al peso proprio:

<u>SEZIONE DEI CONDUTTORI</u> mm ²	Intervalli di supportazione	
	Conduttori in Cu	Conduttori in Al
fino a 10	30 cm	30 cm
da 16 a 50	30 cm	60 cm
da 70 a 150	20 cm	40 cm
da 185 a 300	12 cm	28 cm
oltre 300	10 cm	25 cm

8.8. TERMINAZIONI

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi dovranno essere tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi. Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e

le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.

Tutti i rivestimenti metallici (schermi, armature, ecc.) dovranno essere connessi in parallelo tra loro e messi a terra alle estremità di ogni linea di cavo, salvo per i cavi unipolari per i quali la messa a terra dovrà essere fatta ad un'estremità sola. In questo caso, all'estremità dove gli schermi non saranno messi a terra, occorrerà avere isolate le muffole con supporti isolanti e prendere precauzioni per evitare il contatto accidentale con dette muffole e con gli schermi a causa delle tensioni che si potranno venire a creare durante i guasti.

I corpi metallici (contenitori) delle terminazioni dovranno essere messi a terra assieme ai rivestimenti metallici dei cavi. Se più terminazioni si trovano vicine, esse dovranno essere collegate tra loro e la messa a terra dovrà essere comune.

Le terminazioni di cavi entranti in scatole di derivazione o di terminazione dovranno essere eseguite impiegando "pressacavi" o "coni terminali" aventi i collari di serraggio di qualità tale da garantire una buona compressione sul cavo ed una buona tenuta all'acqua.

Le terminazioni e le giunzioni dei singoli conduttori dovranno essere sicuri contro l'allentamento, proporzionate alla corrente nominale e alle sollecitazioni sia termiche sia dinamiche dovute al corto circuito e dovranno essere resistenti alla corrosione.

I criteri esecutivi dovranno essere secondo le istruzioni del costruttore dei cavi; in mancanza di dette istruzioni le terminazioni dovranno essere eseguite come segue:

a) Conduttori flessibili fino a 6 mm², usando un canotto a compressione.

Usando un capocorda a compressione, se l'allacciamento è eseguito con vite; con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

b) Conduttori rigidi fino a 10 mm².

Senza l'impiego di alcun accessorio, se l'allacciamento deve essere eseguito su morsetti componibili o con semplice vite. Con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

c) Conduttori flessibili oltre 6 mm² o rigidi oltre 10 mm².

Mediante capicorda a compressione in ogni caso, ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature o terminali muniti di morsetti adatti al serraggio di conduttori cordati.

Mediante connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in cassette dove manchino le morsettiere.

d) Conduttori di terra a filo o cordati.

Mediante capicorda a compressione o mediante saldatura, in ogni caso ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature munite di morsetti adatti al serraggio di conduttori di questo tipo.

Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.

e) Conduttori di terra a piattina.

Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrate dovranno essere anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

8.9. TUBAZIONI E CAVIDOTTI - PERCORSI ESTERNI INTERRATI

Nel progetto sono previsti i seguenti sistemi di posa:

- tubazione interrata in PVC pesante,
- tubazioni in acciaio zincato a vista nel sottopasso.

Tubazioni portacavi, scatole e cassette di derivazione

I tubi protettivi dei conduttori elettrici saranno a MARCHIO DI QUALITA' (I.M.Q.) con le seguenti caratteristiche:

- del tipo flessibile (corrugato) in PVC autoestinguente serie "pesante" (750 Newton - norme CEI 23-14) per posa sottotraccia a pavimento o parete.
- del tipo rigido in materiale plastico (PVC), serie "pesante" (1250 Newton norme CEI 23-29), resistenza d'isolamento min. 100M Ω a 500V per 1', rigidità dielettrica superiore a 2000V a 50 Hz per 15', per posa interrata con giunti a bicchiere
- del tipo flessibile corrugato per realizzazione cavidotti interrati, in polietilene, Norme NF C 68-171, resistenza allo schiacciamento min.750 Newton, resistenza all'urto min. 6 joule (- 25°, M=1Kg, h=0.6m)

Il diametro interno dei tubi protettivi sarà pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti, in condizioni di posa ordinaria; in caso di posa in ambienti soggetti a normativa CEI 31-33 il coefficiente di maggiorazione sarà almeno 1,4.

Si riporta, a titolo esplicativo, la seguente tabella, desunta da dati dimensionali commerciali, inerente alla quantità massima di cavi unipolari (tipo FS17) che si possono introdurre in tubazioni in PVC o acciaio di vario diametro nel rispetto del coefficiente di maggiorazione 1.3:

TABELLA INDICATIVA RIEMPIMENTO MASSIMO TUBI

Φ est. (mm)	Φ int. (mm)	cavi unipolari senza guaina sez.(mm ²)						
		(1)	1.5	2.5	4	6	10	16
		quantità cavi						
20	15.5	(10)	8	6	4	3	1	1
25	19.8	(16)	13	10	8	6	3	2
32	26.4	(25)	22	17	12	9	6	3
40	31.2	---	29	22	16	11	8	6

Nota: i numeri tra parentesi riguardano i cavi dei circuiti di segnalazione

8.10. CANALIZZAZIONI IN TUBO METALLICO

Per la realizzazione degli impianti in cui occorre garantire un'adeguata robustezza meccanica, dovranno essere utilizzate canalizzazioni in canale e tubazioni a vista del tipo in acciaio zincato di forte spessore scordonati e filettabili ad elevata resistenza alla corrosione, conformi alla norma CEI 7-6 unitamente all'utilizzo di cassette di derivazione anch'esse in acciaio zincato, con coperchio apribile mediante l'ausilio di un attrezzo.

All'interno delle tubazioni in acciaio zincato, è consentito unicamente l'impiego di conduttori a doppio isolamento 0.6/1kV; il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti.

Non è consentita la posa singola di conduttori unipolari o di più conduttori appartenenti alla stessa fase all'interno delle tubazioni metalliche ma solamente in raggruppamenti come circuiti trifasi o monofasi la cui risultante dei flussi magnetici concatenati sia uguale a 0.

La derivazione delle tubazioni dalle canalizzazioni o dalle scatole di derivazione dovrà essere realizzata in modo tale da garantire sempre il raggio minimo di curvatura del conduttore che, comunque, non dovrà mai essere inferiore a 5 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto.

Le tubazioni saranno fissate a parete od a soffitto con supporti a collare ad intervalli non superiori a 120 cm; nelle variazioni di direzione o nella derivazione dalle canalizzazioni di distribuzione, dovranno essere impiegati unicamente accessori certificati dal costruttore al fine di garantire la continuità del collegamento equipotenziale di terra.

Tutte le tubazioni nonché le scatole di derivazione metalliche, dovranno essere collegate equipotenzialmente all'impianto di terra a mezzo di collari come evidenziato anche nelle specifiche di montaggio dell'impianto di terra.

L'ottenimento del grado di protezione sulle scatole di derivazione o sugli utilizzi dovrà essere realizzato con idoneo pressacavo serrato direttamente sul cavo interrompendo la tubazione circa 5-10 cm prima del punto di connessione; alla tubazione verrà demandato unicamente il compito di sorreggere il cavo e di offrire idonea protezione meccanica alla condotta.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a salvaguardare l'integrità dell'isolamento del cavo, come la sbavatura interna del tubo e l'impiego di apposita testa canna antiabrasione al termine di ogni tubazione.

Nel caso di paventata possibilità di danneggiamento meccanico dell'ultimo tratto della condotta, sarà opportuno prevedere l'impiego di uno spezzone di guaina armata fino al pressacavo stesso, raccordato alla tubazione in acciaio zincato a mezzo di idoneo raccordo e completo di virola per impedire il danneggiamento del cavo stesso.

Il tubo non verrà collegato direttamente alla canalizzazione o passerella a filo prevista a progetto ma servirà ad uso esclusivo di protezione meccanica aggiuntiva del cavo.

Percorsi esterni - cavidotti interrati

Tutti i cavidotti di BT saranno posati rispettando la norma CEI 11-17 e ad una profondità minima di 800-1.000 mm. Il diametro interno dei tubi è stato dimensionato in modo tale che lo sfilamento dei conduttori in essi contenuti avvenga agevolmente e senza danno per i conduttori e per i tubi.

Tutti i tubi sono previsti del tipo in PVC pesante di tipo rigido o flessibile a doppia parete (interno liscio ed esterno corrugato) a seconda delle esigenze di percorso. Il percorso dei cavidotti sarà interrotto a mezzo di pozzetti ispezionabili in corrispondenza dei cambiamenti di direzione, nelle derivazioni alle utenze oppure ogni 25-30 metri circa nei tratti rettilinei.

Tutti i cavidotti interrati saranno protetti con bauletto in calcestruzzo magro (Rck 150) per impedire schiacciamenti o con letto di sabbia se a profondità maggiore / uguale ad 800-1.000 mm.

Per giuntare i tratti di tubazione rettilinea saranno utilizzati manicotti filettati, tutta la raccorderia, come ad esempio manicotti, nipli, riduzioni, giunti a tre pezzi, dadi, eccetera, sarà in acciaio inox come le tubazioni stesse. Le curve saranno eseguite in modo da non alterare il diametro interno e da non provocare incrinature. Dove si rendono necessari, saranno posati appositi raccordi di riduzione per potersi adeguare al foro presente sulla morsettiera del motore o dell'utenza da allacciare.

La posa dei tubi sarà realizzata sfruttando collari di adeguata dimensione fissati in strutture metalliche o in staffe costruite su misura, la distanza tra un collare ed un altro sarà di circa 1,5 metri. Le tubazioni, nel limite del possibile, saranno posate in uscita dalla sponda laterale della passerella. Ricordiamo che gli ingressi alle apparecchiature verranno realizzati a mezzo di pressacavi di tipo stagno IP65.

9. IMPIANTI DI MESSA A TERRA - COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

L'impianto di illuminazione di progetto prevede utilizzo di apparecchio in classe II per cui non risulta necessario impianto di messa a terra.

Per quanto riguarda invece l'impianto di sollevamento acque sottopasso si prevede la realizzazione di un impianto di terra organo disperdente a partire dal punto di consegna e quadro elettrico si sollevamento fino alla vasca acque piovane.

Entrambe i sistemi previsti sono dotati di una fornitura dell'energia elettrica in BT e presentano quindi un sistema elettrico di distribuzione di tipo TT. Per quanto sopra i conduttori di neutro e di terra sono due entità elettricamente distinte.

L'impianto di terra del sollevamento deve essere coordinato all'utilizzo delle protezioni di tipo differenziale. L'impianto di illuminazione è dotato anch'esso di protezioni differenziali. L'impianto di terra di progetto è realizzato mediante l'installazione di corda nuda di rame direttamente interrata. I pali non necessitano di messa a terra essendo dotati di apparecchi illuminanti e morsettiere di classe II.

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in conformità alle disposizioni previste dalle norme vigenti ed in particolare dovranno essere rispettate le Norme CEI 64-8, CEI 64-12.

Le corde di rame nuda saranno posate ad una profondità di almeno 500 mm, lo scavo dovrà essere richiuso, quando possibile, con terra dopo le necessarie pinzature di derivazione dove previste.

Il collegamento del conduttore di protezione a terra sarà realizzato all'interno dei quadri di alimentazione delle rispettive utenze, per la distribuzione di potenza saranno infatti impiegati cavi a quattro conduttori per le utenze trifasi riservando uno di essi al collegamento di terra.

Il quarto conduttore, dove prevista la messa a terra, sarà inserito all'interno del cavo fino alla sezione di 35 mmq.

Nel caso di alimentazioni con sezione superiore è stato comunque previsto di riservare un conduttore per l'allaccio di terra realizzato anche in questo caso all'interno del quadro stesso.

Prima della messa in servizio dell'impianto dovranno essere realizzate tutte le prove (metodo volt-amperometrico) richieste dalle norme rilevando il valore della resistenza di terra "Re". Tutti i valori rilevati durante le prove saranno riportati in apposita tabella e consegnati a completamento dei lavori.

Si ricorda che il titolare dell'attività, ove sono presenti dei lavoratori dipendenti, deve presentare entro 30 gg dalla messa in servizio dell'impianto o dopo eventuali ampliamenti dell'impianto la denuncia dell'impianto di terra a mezzo del nuovo modello unico D.P.R. 462/01 al dipartimento periferico dell'I.S.P.E.S.L. competente nel territorio. In questo caso l'impresa dovrà dare assistenza al committente per la compilazione del documento DPR 462/01.

Il conduttore di protezione (PE) è prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale.

Per la realizzazione della "equipotenzialità" delle parti conduttrici simultaneamente accessibili, occorre collegare all'impianto di messa a terra tutte le "masse" e le "masse estranee":

I conduttori per l'esecuzione dei collegamenti equipotenziali saranno del tipo FS17 di colore giallo-verde delle seguenti sezioni minime (fatte salve le verifiche per sezioni maggiori):

mm² 2,5 per collegamenti posti in tubo sotto l'intonaco o protetti meccanicamente (equipotenziali secondari);

mm² 6 per collegamenti su tubazioni o parti metalliche a vista (equipotenziali principali).

Morsetti di interconnessione impianto di messa a terra ed equipotenziali:

morsetto a T con vite unica di fissaggio M10

morsetto a X con vite unica di fissaggio M10

morsetto di giunzione con vite unica di fissaggio M10

morsetto per collegamento terminale con vite unica di fissaggio M10

morsetto a C con compressione meccanica

Scaricatore di sovratensione di tipo spinterometrico:

tensione d'innescò: ≥ 1 kV

corrente nominale di scarica: 100 kA

involucro: epoxi stampato

fissaggio: diretto alla struttura da proteggere

collegamenti: con vite M10

Limitatore di sovratensione per fulminazione diretta circuiti B.T.:

tensione di esercizio:	230/400V
tensione residua:	< 0,7 kV
tempo d'innesco:	< 25 ns
corrente nominale di scarica:	100 kA
involucro:	poliamminide con cartuccia estraibile
fissaggio:	su guida Omega
collegamenti:	morsetto a mantello sez. fino a 35mmq

Limitatore di sovratensione per fulminazione indiretta circuiti B.T.:

tensione di esercizio:	230V
tensione residua:	< 0,4 kV
tempo d'innesco:	< 25 ns
corrente nominale di scarica:	15 kA
involucro:	poliamminide con cartuccia estraibile
fissaggio:	su guida Omega
collegamenti:	morsetto a mantello sez. fino a 35mmq

10. IMPIANTO di ILLUMINAZIONE

In allegato al progetto definitivo sono stati inseriti i risultati di calcolo illuminotecnico della pista ciclo pedonale e del sottopasso previsti a progetto.

Qui di seguito riporteremo le caratteristiche dei corpi illuminanti, delle apparecchiature e delle impiantistiche comprese nell'opera.

Occorre ovviamente precisare che le marche indicate a progetto, per ogni impianto compreso in appalto, non comportano nessun obbligo di fornitura ma identificano il modello previsto in progetto allo scopo di dimensionare adeguatamente gli impianti, le caratteristiche che seguono dovranno essere considerate come punto di riferimento per la scelta dei corpi illuminanti da parte dell'impresa per adeguare lo standard costruttivo alle esigenze degli impianti previsti a progetto.

Ovviamente la modifica dei corpi illuminanti comporta la necessità di ripresentare un nuovo calcolo adeguato agli apparecchi che verranno proposti.

Tutti i corpi illuminanti dovranno possedere comunque i requisiti di conformità alle CEI 34-21. Tutti gli apparecchi di illuminazione devono essere in ogni caso provvisti di idonea certificazione di conformità alle normative relative (IMQ o equivalenti).

L'impianto di illuminazione pubblica sarà realizzato nel rispetto della UNI 12464-2 per quanto riguarda le aree di parcheggio e EN 13201-1-2 + UNI 11248 per i tratti stradali, nonché in riferimento alla CEI 64-8 variante V2.

Per quanto riguarda la scelta degli apparecchi illuminanti è stata rispettata e si deve rispettare in fase di fornitura la legge regionale n. 17 del 27/03/2000 (Regione Lombardia) e successive integrazioni e/o varianti che stabilisce i requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

Le finalità della legge risultano le seguenti:

- riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi;
- riduzione dei fenomeni di abbagliamento;
- tutela dell'inquinamento luminoso dei siti degli osservatori astronomici professionali e non professionali di rilevanza regionale o provinciale, nonché delle loro zone circostanti (vedi elenco osservatori inseriti in allegato alla legge regionale);

- miglioramento della qualità della vita e delle condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali.

Gli apparecchi illuminanti dovranno garantire il rispetto alle leggi sopra citate; il modello dovrà essere concordato, prima dell'acquisto, con la Direzione Lavori; l'impresa dovrà altresì presentare uno studio approfondito dove vengano evidenziati i massimi valori di inquinamento luminoso garantiti dai corpi illuminanti prescelti.

L'impresa dovrà rispettare i parametri illuminotecnici ed i risultati emersi dai calcoli allegati al progetto (valori minimi). Una campionatura di tutti i corpi illuminanti previsti andrà presentata alla Direzione Lavori che potrà a suo avviso accettare o richiedere la loro sostituzione con modelli più appropriati.

Pali per illuminazione in acciaio zincato verniciato laminato tronco conico su plinto in cls (800x800x800mm) Hft=5m (H tot.=5,6m) completo di apparecchio testa palo per illuminazione ciclopeditale.

Apparecchi per illuminazione ciclopeditale in classe II e grado di protezione IP65, con corpo in pressofusione di alluminio, diffusore in policarbonato infrangibile, riflettore in alluminio ossidato e bruciato anodicamente, con ottica CUT-OFF, sorgente luminosa a LED.

In riferimento a quanto sopra descritto, tutti i pali di progetto dovranno essere in grado di sostenere le apparecchiature stesse e di alloggiare al suo interno i cavi di potenza ed ausiliari necessari al funzionamento delle apparecchiature. Per maggiori dettagli si rimanda alle planimetrie e dettagli allegati al progetto definitivo.

Per quanto riguarda i dettagli costruttivi si rimanda ai disegni allegati al progetto.

I pali dovranno essere completi di asola per inserimento morsettiera a fusibili in classe II tipo Conchiglia RESET o equivalente, e di foro di ingresso cavi nella parte inferiore.

I pali di sostegno dei corpi illuminanti dovranno essere conformi alle Norme UNI EN 40 e dovranno essere del tipo in uso presso il Servizio di Pubblica Illuminazione locale e/o comunque di caratteristiche e dimensioni concordate con i tecnici del servizio stesso. Tutti i pali dovranno essere verniciati con pitture micacee di colore da definire con D.L. e garantire un'elevata resistenza alla corrosione/sfaldamento.

Il percorso dei cavi nei blocchi di fondazione e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione nell'armatura, dovrà essere protetto tramite una guaina in PVC flessibile tipo pesante di diametro nominale esterno 50 mm, posata all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione.

I pali dovranno essere accompagnati da certificazione del costruttore per verifica alla rottura, mediante calcolo o prove secondo Norme UNI-EN 40/8, in corrispondenza alla zona di incastro ed all'asola di ingresso cavi.

Tutti gli apparecchi dovranno essere realizzati in classe II ed essere dotati di marchio IMQ o, in ogni caso, essere provvisti di certificazione di rispondenza alle Norme C.E.I. da parte del costruttore, ed inoltre, dovranno essere corredati di coppa prismatizzata.

Gli apparecchi dovranno essere forniti dal costruttore completamente cablati e rifasati in modo che il cosfi medio dell'impianto non sia inferiore a 0,95 e non superiore a 0,99, completi di sezionatore, di fusibile di protezione, e di ogni altro accessorio atto a rendere gli apparecchi stessi perfettamente funzionanti.

La rispondenza degli apparecchi alle Norme dovrà essere provata con la consegna alla D.L. della dichiarazione di conformità alle Norme C.E.I. relative rilasciata dal costruttore degli stessi, ai sensi dell'art.7 della Legge 18 ottobre 1977 n.791, oppure tramite l'accertamento dell'esistenza del marchio IMQ apposto sugli apparecchi stessi; il marchio dovrà essere relativo a tutto il complesso e non solo ai singoli componenti.

Dovranno essere forniti tutti i dati fotometrici degli apparecchi, atti a determinare le caratteristiche di illuminamento, di luminanza e di abbagliamento nelle zone di installazione degli stessi.

In corrispondenza della scala si prevede la fornitura di altri apparecchi ad incasso da integrare con casseforme sul getto della scala stessa. Le caratteristiche di tutti gli apparecchi sono sopra descritte e sono state ovviamente riportate sulle planimetrie di progetto.

L'allaccio a tali pali è derivato sempre dal cavidotto interrato a mezzo di tubazioni incassate e/o a vista del tipo protetto meccanicamente o in acciaio. Tale lavorazione e posizione finale dei pali andrà verificata in fase di cantierizzazione con la Direzione Lavori.

11. IMPIANTO SEMAFORICO

L'impianto semaforico di progetto prevede l'installazione di 4 lanterne semaforiche con doppia lampada a LED rossa e verde.

L'unità ottica è un monoblocco a protezione IP65 che si sostituisce ai componenti convenzionali finora usati, come lenti, parabole, portalampade e lampade.

Un numero limitato di Led, massimo 4, produce una sorgente luminosa colorata di alta intensità i cui raggi aggiustati attraverso 2 speciali lenti danno al segnale una visibilità elevata, direzionale ed uniforme.

La lanterna si configura con un'esecuzione modulare ad elementi componibili in polycarbonato di qualità superiore, stabilizzato UV, colorato in pasta e disponibile nei colori standard: Verde, Giallo, Nero.

- Ottica in monoblocco a tecnologia led.
- Sportelli ad innesto rapido e manettino di chiusura a scatto.
- Visiere paraluce ad innesto rapido.
- Attacchi per supporto a palo, bandit e per sospensione palo a sbraccio o fune.

Caratteristiche tecniche

Diametro	300mm
Intensità della luce	400cd
Dimmer	Notturmo=50%
Colore	Rosso/Verde
Tipo di led	DRAGON High Flux
Tensione di funzionamento	190-265Vac / 12Vdc 32-42Vac / 24Vdc
Consumo	<10W
EMC	EN50293 : class B
Fattore potenza	>0.9

Range di temperatura	-40°C +60°C
Umidità relativa	<95%
Grado di protezione	IP65
Materiale lenti/ involucro	Polycarbonato
Peso	<1.5 Kg
Dimensioni	Ø300 x132.4mm

Le lanterne semaforiche con ottica a LED presentano, nei confronti delle tradizionali lanterne basate su ottica con lampade ad incandescenza, i seguenti vantaggi:

- Riducono considerevolmente i costi di gestione in considerazione di:
 - un minore assorbimento di corrente (la potenza installata risulta ridotta dell'89%)
 - una vita media notevolmente superiore (circa 10 anni)
 - una completa assenza di manutenzione nel periodo di vita (viene eliminato il problema del
 - cambio lampade preventivo e quello dell'intervento correttivo per lampada bruciata)
- Evitano le false segnalazioni causate dal riflesso dei raggi solari (effetto Phantom).
- Implementano l'affidabilità e la disponibilità dell'impianto semaforico, contribuendo a garantire maggior sicurezza all'utente della strada.

Conformità alle norme

Le lanterne semaforiche a Led dovranno disporre di certificazione CE secondo la norma EN12368 ottenuta da laboratorio accreditato.

12. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

L'impianto previsto a progetto è composto da telecamere POE ad alta risoluzione, antivandalo e con intelligenza artificiale integrata.

Esse avranno le seguenti caratteristiche minime:

- Risoluzione in tempo reale 2048 x 1536 @ 25fps
- Codec H265/H264
- A colori
- Illuminatore a infrarossi
- Scheda SD da 128GB
- POE (802.3-at) /12VDC
- IK10
- IP65

Il collegamento alla rete di videosorveglianza comunale sarà eseguito con l'utilizzo di un ponte radio Wi-Fi 2.4/5G da esterno IP65 con alimentazione POE, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- portata ottimale 3 km
- velocità di trasmissione 867 Mbps
- guadagno antenna 12 dBi
- standard di trasmissione 802.11a/b/g/n/ac
- 1 porta Gigabit PoE
- 1 porta LAN 100 Mbps

Le apparecchiature previste afferiranno ad uno switch gigabit manager industriale con le seguenti caratteristiche minime:

- 8 porte POE 10/100/1000
- Potenza totale POE > 200W
- Temperature di esercizio da -40°C a + 75°C

- Conforme a IEEE 802.3af / IEEE 802.3at

13. OPERE MURARIE A SERVIZIO DELLE OPERE IMPIANTISTICHE E SIGILLATURA INGRESSO

CAVIDOTTI

L'impresa appaltatrice dovrà realizzare a propria cura tutte le opere murarie a servizio delle opere impiantistiche per dare i lavori sopra descritti finiti, funzionali e funzionanti.

Vanno quindi comprese tutte le lavorazioni di scavo, reinterro, getti in calcestruzzo, pozzetti di ispezione, botole, opere interrato di fondazione, asole, eccetera per dare l'opera finita funzionale e funzionante nel rispetto di quanto riportato sugli elaborati progettuali.

Le caratteristiche costruttive di tali opere sono ovviamente definite sul disciplinare opere edili. Per la posa in opera di ciascun palo si dovrà procedere alla costruzione di un blocco di fondazione in calcestruzzo cementizio avente fattore $R_{bk}=250$, con le dimensioni indicate nei disegni di progetto. Gli stessi blocchi dovranno essere completi di:

- foro per l'infissione del palo con dimensioni come da disegni di progetto.
- sede per canalizzazione al palo.

La parte emergente del basamento dovrà essere perfettamente squadrata rifinita e lisciata con spolvero di cemento. A scavo eseguito, ma prima della gettata del cemento, dove previsto, si provvederà alla infissione del dispersore di terra con relativo conduttore di terra in modo che gli stessi vengano poi annegati nel cemento, il dispersore potrà in alternativa essere alloggiato all'interno del pozzetto di distribuzione stesso.

L'affidatario dovrà prevedere gli eventuali oneri per la realizzazione di sigillatura con schiuma poliuretanica autoespandente in tutti gli ingressi da tubazioni interrate per l'accesso ai vani quadri previsti nell'intervento allo scopo di impedire l'ingresso di roditori e/o animali all'interno dei vani tecnici.

Sono previsti pozzetti in calcestruzzo vibrato prefabbricato con botole in ghisa serie pesante avente le dimensioni indicate sulle planimetrie di progetto.

L'impresa deve prevedere altresì la predisposizione dei basamenti in cls per i quadri e getti su cavidotti ed attraversamenti come da sezioni tipo allegate al progetto definitivo.

14. VERIFICHE E PROVE - COLLAUDO

Durante il corso dei lavori l'Ente appaltante e la D.L. si riservano di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti d'impianti, in aggiunta a tutte le verifiche già previste in specifici paragrafi ed ai documenti di accettazione già precedentemente richiesti o definiti dalla relazione tecnica, in modo da poter tempestivamente intervenire in caso di mancato rispetto delle prescritte disposizioni.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni contrattuali o convenute, nonché nell'esecuzione delle prove più avanti riportate; di tutte le prove e verifiche, la cui esecuzione avverrà a cura dell'ente appaltante con personale messo a disposizione dall'Appaltatore, si redigerà apposito verbale.

Prove di accettazione provvisoria da effettuarsi prima del collaudo definitivo degli impianti e comunque necessarie per l'attivazione di parti di impianto:

- Esame completo a vista atto ad accertare la rispondenza alle norme CEI 64-8.
- Controllo del rispetto delle prescrizioni contrattuali.
- La corretta installazione dei componenti dell'impianto, con particolare riferimento all'inesistenza di danneggiamenti tali da compromettere la sicurezza.
- Il grado di protezione dei componenti, con riferimento alle influenze esterne, alle distanze delle barriere ed alle altre misure di protezione necessarie.
- La corretta identificazione dei circuiti, dei comandi e delle protezioni.
- Il grado di isolamento e sezione dei conduttori, con riferimento ai dispositivi di protezione e sezionamento esistenti.
- Il rispetto generale della normativa CEI sia per quanto riguarda la tipologia che l'installazione.
- La presenza di schemi e cartelli monitori.
- Misura della resistenza d'isolamento dei circuiti (fasi e neutro) verso terra e tra di loro, effettuata ai valori di tensione e con i risultati minimi da ottenere stabiliti della Norme CEI 64-8.

- Verifica della continuità dei conduttori di protezione, e dei collegamenti equipotenziali, come previsto dalla norma CEI 64-8.
- Verifica della protezione dai contatti indiretti, eseguita con controllo del corretto funzionamento dei dispositivi di interruzione automatica dei circuiti in relazione all'impianto di terra ed ai circuiti di protezione esistenti.
- Verifica della protezione dalle sovracorrenti, con riferimento al coordinamento delle tarature dei dispositivi di protezione, dei relativi poteri di interruzione ed energie specifiche passanti in relazione ai cavi protetti.
- Misura della caduta di tensione, eseguita per circuiti scelti a campione nelle condizioni di carico più gravose (dati progettuali).
- Verifica sfilabilità cavi, eseguita in tratti di tubazioni e condotti per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale compresa tra l'1% ed il 3% della lunghezza totale; si verifica in questa occasione sia l'assenza di danneggiamenti che il grado di riempimento delle condutture.
- Verifiche illuminotecniche, atte a determinare i valori minimi, massimi e medi dei principali parametri illuminotecnici.
- Prove di funzionamento impianti in genere.
- Qualsiasi verifica riguardante le lavorazioni previste in gara che riterrà opportuna la D.L..

Tutte le prove sopramenzionate saranno eseguite con le procedure ed i criteri stabiliti dalle Norme CEI 64-8 e Norma CEI 64-14.

Il collaudo definitivo degli impianti prevede l'esecuzione di tutti i controlli già eseguiti per l'accettazione provvisoria, al fine di verificare se le condizioni per le quali il collaudo provvisorio aveva dato esito positivo non si siano alterate nel periodo intercorrente tra la precedente operazione e la presente (e verificare altresì l'eliminazione di eventuali deficienze riscontrate); si eseguiranno inoltre le seguenti operazioni:

- Controllo del corretto rispetto di tutte le Leggi e Norme tecniche generali e particolari.

- Controllo che gli impianti ed i lavori corrispondano alle prescrizioni contrattuali, di progetto ed a tutte le eventuali varianti richieste dalla D.L.
- Controllo dell'avvenuta trasmissione, agli organi di competenza, della dichiarazione di conformità (Legge 37/08), delle denunce impianti di terra (D.P.R. 462), delle denunce e delle eventuali ulteriori certificazioni necessarie ad espletare tutte le pratiche di legge.
- Controllo della avvenuta redazione degli elaborati di progetto nella versione "come costruito".

La redazione degli elaborati di progetto nella versione come costruito avverrà a cura dell'Appaltatore, che provvederà, a tale scopo, a revisionare gli elaborati di progetto ricevuti con le eventuali variazioni intervenute in corso d'opera, ad eseguire i disegni di cantiere e a produrre tutti gli elaborati relativi a particolari di realizzazione dell'opera con consegna, se non diversamente indicato sul CSA di almeno 3 copie originali timbrate e firmate.

I disegni di progetto "come costruito" conterranno indicazioni complete relative a tutti i percorsi, di qualsiasi tipo, delle condutture, la posizione delle cassette di derivazione, di tutti i componenti e delle apparecchiature, degli elementi dell'impianto di terra, le caratteristiche dei circuiti principali e secondari con relativi quadri od elementi di protezione.

Il progetto as built da consegnare dovrà comporsi come minimo dei documenti allegati al progetto e di tutti i certificati necessari alla procedura di collaudo. Tutto il progetto as built dovrà essere consegnato anche su file riutilizzabili e modificabili da parte del committente finale (Autocad, Excel e Word).

Nel caso in cui siano state effettuate delle scelte dimensionali, distributive e tipologiche non previste nel progetto e per le quali sia stata espressamente autorizzata l'autonomia dell'Appaltatore, dovranno essere forniti tutti i criteri e le ipotesi di calcolo assunti.

A completamento delle operazioni di accettazione degli impianti, l'Appaltatore redige uno specifico programma di manutenzione per le opere realizzate, nel quale saranno almeno contenuti:

- elenco dei componenti impiegati e delle principali parti di ricambio consigliate;
- elenco degli interventi di manutenzione da eseguirsi e relativa periodicità;

- elenco delle verifiche e misure da eseguirsi periodicamente, specificando i parametri di accettabilità di ogni singola verifica.