Comune di Saluggia (VC)

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO E MESSA IN SICUREZZA DEI SITI CHE OSPITANO RIFIUTI NUCLEARI E DEGLI AMBITI COLLOCATI A TERGO DELLA FASCIA B DI PROGETTO DEL PAI

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione impiantistica elettrica

CODICE DOCUMENTO	ELABORATO
S641-03-05000.DOC	17

REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE
00	MAGGIO 2025	S. GRIVA	A.DENINA	M. CODO

SERVIZI DI INGEGNERIA

HY.M. STUDIO
Ingegneria idraulica

HY.M.STUDIO associazione professionale
sede legale e uffici: via San Giuseppe 19 – 10051 AVIGLIANA TO tel. 0115500733
Cod. Fisc./P.IVA 05639220010 - e-mail: hym@hymstudio.it - sito web: www.hymstudio.it

R.U. P. **Geom. Ombretta Perolio**
(Resp. Area Lavori Pubblici Comune di Saluggia)

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1. DISPOSIZIONI GENERALI 3

1.1 OGGETTO 3
1.2 OSSERVANZA DI LEGGI, NORME E REGOLAMENTI 3
1.3 ONERI ED OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE 9
1.4 QUALITÀ, PROVENIENZA ED APPROVAZIONE MATERIALI 10
1.5 DOCUMENTAZIONE 11
1.6 PROVE E VERIFICHE 14
1.7 COLLAUDI PRELIMINARI - TARATURE E MESSE A PUNTO DEGLI IMPIANTI 15
1.8 COLLAUDO DEFINITIVO 16
1.9 ISTRUZIONE DEL PERSONALE E DOCUMENTAZIONE TECNICA RELATIVA AGLI IMPIANTI REALIZZATI 16

2. CONDIZIONI DI PROGETTO E REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE INSTALLAZIONI 17

2.1 DATI IMPIANTO ELETTRICO 17
2.2 CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI IN BASE ALLE NORME CEI 17
2.3 REQUISITI GENERALI PER SICUREZZA DEGLI IMPIANTI CONTRO I CONTATTI DIRETTI 17
2.4 REQUISITI GENERALI PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI 17
2.5 REQUISITI GENERALI PER LA PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI 20
2.6 REQUISITI GENERALI PER LA LIMITAZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE 21
2.7 REQUISITI GENERALI PER LA PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI DI ORIGINE ATMOSFERICA 21
2.8 REQUISITI GENERALI PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI CONTRO GLI INCENDI 22
2.9 REQUISITI GENERALI PER LA PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI SISMICI 22
2.10 SIGILLATURE E RIPRISTINI ELEMENTI COSTRUTTIVI RESISTENTI AL FUOCO 23
2.11 REQUISITI GENERALI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA 24
2.12 REQUISITI GENERALI IMPIANTI DI FORZA MOTRICE 24

3. CRITERI GENERALI DI INSTALLAZIONE DEI PRINCIPALI COMPONENTI 25

3.1 CAVIDOTTI INTERRATI 25
3.2 SISTEMI DI TUBI PROTETTIVI PER DISTRIBUZIONE ENERGIA E SEGNALI 38
3.3 CASSETTE DI DERIVAZIONE 39
3.4 CAVI ELETTRICI 40
3.5 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE 43
3.6 APPARECCHI DI COMANDO LUCE E PRESE ENERGIA 43
3.7 QUADRI ELETTRICI 44

4. SPECIFICHE TECNICHE 44

4.1 CAVI E CONDUTTORI 44
4.2 TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI 47
4.3 POZZETTI E CHIUSINI 50
4.4 GIUNTI 0,6/1KV AD ISOLAMENTO IN RESINA 51
4.5 ARMADI STRADALI IN VETRORESINA 51
4.6 QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE 52
4.7 PULSANTE COMANDO DI EMERGENZA 66
4.8 PRESE INDUSTRIALI 67
4.9 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE 67
4.10 IMPIANTO DI TERRA E RELATIVE COMPONENTI 68

1. DISPOSIZIONI GENERALI

1.1 Oggetto

Le opere in oggetto riguardano l'esecuzione degli impianti elettrici dei lavori di MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRO-GEOLOGICO E MESSA IN SICUREZZA DEI SITI CHE OSPITANO RIFIUTI NUCLEARI E DEGLI AMBITI COL-LOCATI A TERGO DELLA FASCIA B DI PROGETTO DEL PAI in comune di Saluggia.

E' prevista l'esecuzione delle seguenti opere:

- Allestimento impianto di cantiere;
- Fornitura e posa dei quadri elettrici in bassa tensione delle paratoie con attuatore elettrico;
- Esecuzione distribuzione elettrica;
- Esecuzione impianto di terra.

Sono a carico dell'Impresa Appaltatrice tutte le opere necessarie per alimentare le utenze elettriche (paratoie) previste in progetto; in particolare:

- fornitura e posa quadri elettrici
- fornitura e posa armadi elettrici da esterno
- fornitura e posa cavidotti elettrici (dal punto di consegna Enel alle varie utenze)
- fornitura e posa cavi elettrici di alimentazione (dal punto di consegna Enel alle varie utenze)

1.2 Osservanza di leggi, norme e regolamenti

L'Impresa Esecutrice, nell'esecuzione del lavoro, sarà tenuta ad osservare scrupolosamente tutte le prescrizioni della legislazione e normativa tecnica vigenti.

In particolare, dovranno essere osservate:

- **Legge 01/03/1968 n. 186**: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- **D.M. 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. 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";
- **D.Lgs. 03/08/2009 n. 106**: "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 09/04/2008 n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- **D.Lgs. 18/05/2016 n. 80**: "Modifiche al decreto legislativo 6 novembre 2007, n. 194, di attuazione della direttiva 2014/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 febbraio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica (rifusione)";
- **D.Lgs. 31/07/1997 n. 277**: "Modificazioni 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";

- **D.Lgs. 19/05/2016 n. 85**: “Attuazione della direttiva 2014/34/UE concernente l’armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva”;
- **D.Lgs. 19/05/2016 n. 86**: “Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l’armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione”;
- **D.Lgs. 19/11/2007 n. 257**: “Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)”;
- **D.P.R. 22/10/2001 n. 462**: “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- **D.M. 10/03/2018:** “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”;
- **D.Lgs. 14/08/1996 n. 493**: “Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro”;
- **D.Lgs. 30/06/2003 n. 196**: “Codice in materia di protezione dei dati personali” e successive modifiche”.
- **D.Lgs. 22/05/1999 n. 209**: “Attuazione della direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili”;
- **D. Lgs. 12/06/2003 n. 233**: “Attuazione della direttiva 1999/92 CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e la salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive”;
- **D.P.R. 15/11/1996 n. 661**: “Regolamento per l’attuazione della direttiva 90/396/CEE concernente gli apparecchi a gas”;
- **D.P.R. 01/08/2011 n. 151**: “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi”;

<u>Le principali norme CEI relative agli impianti da realizzare sono le seguenti:</u>

- **CEI 0-10**: “Guida alla manutenzione degli impianti elettrici”;
- **CEI 78-17**: “Manutenzione delle cabine elettriche MT/BT dei clienti/utenti finali”;
- **CEI 0-16**: “Regola Tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- **CEI EN 61936-1 (CEI 99-2):** “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni”
- **CEI EN 50522 (CEI 99-3):** “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”.
- **CEI 99-4**: “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”;
- **CEI 99-5**: “Guida per l’esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- **CEI 11-17**: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo";
- **CEI 11-27**: “Lavori su impianti elettrici”;
- **CEI 11-47**: "Impianti tecnologici sotterranei. Criteri generali di posa";
- **CEI 11-48** (CEI EN 50110-1): "Esercizio degli impianti elettrici”;
- **CEI 11-49** (CEI EN 50110-2): "Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali)”;

- **CEI 34-111** (CEI EN 50172): “Sistemi di illuminazione di emergenza”;
- **CEI 34-156**: “Guida per la protezione degli apparecchi di illuminazione con moduli LED dalle sovratensioni”;
- **CEI 64-8**: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.";
- **CEI 64-14**: “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- **CEI 64-17**: “Guida all’esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri";
- **CEI 64-19**: “Guida agli impianti di illuminazione esterna";
- **UNI EN 1838**: Applicazioni dell’illuminotecnica – Illuminazione d’emergenza.”
- **EN 12464-1**: “Luce e illuminazione-Illuminazione dei posti di lavoro-Parte 1: Posti di lavoro interni”;
- **EN 12464-2:** “Illuminazione dei posti di lavoro-Parte 2: Posti di lavoro esterni”;
- **UNI 10819**: “Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”;
- **UNI 11248**: “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”
- **CEI 81-2**: “Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini”;
- **CEI 81-10/1** (CEI EN 62305-1): "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali";
- **CEI 81-10/2** (CEI EN 62305-2): "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio";
- **CEI 81-10/3** (CEI EN 62305-3): "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita";
- **CEI 81-10/4** (CEI EN 62305-4): "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture";
- **CEI 81-29:** “Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305”;

<u>Le principali norme CEI per quanto concerne il materiale da installare sono le seguenti:</u>

- **CEI 17-113** (CEI EN 61439-1): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali";
- **CEI 17-114** (CEI EN 61439-2): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza";
- **CEI 17-116** (CEI EN 61439-3): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)";
- **CEI 17-117** (CEI EN 61439-4): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC)";
- **CEI 17-118** (CEI EN 61439-6): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 6: Condotti sbarre";
- **CEI 17-43**: “Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)”;
- **CEI 17-70:** “Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione”;
- **CEI 23-51:** “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;
- **CEI 121-5:** “Guida alla normativa applicabile ai quadri elettrici di bassa tensione e riferimenti legislativi”;
- **CEI EN 61439-1/2** (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

- **CEI EN 60204-1** (CEI 44-5) Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine
- **UNI EN 842:2009** Sicurezza del macchinario - Segnali visivi di pericolo - Requisiti generali, progettazione e prove
- **Direttiva 2014/30/UE** concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica
- **Direttiva 2014/35/UE** concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione
- **UNI EN ISO 12100**: "Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio";
- **UNI 7545**: "Segni grafici per segnali di pericolo".
- **CEI UNEL 35016**: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011)
- **CEI-UNEL 35318**: Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3
- **CEI-UNEL 35312**: Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi con conduttori flessibili per posa fissa - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1
- **CEI-UNEL 35716**: Cavi per energia isolati con PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale Uo/U 450/750 V - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3
- **CEI-UNEL 35322**: Cavi per comando e segnalemento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3
- **CEI UNEL 35024/1:** "Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria ed interrata";
- **CEI UNEL 35026:** "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata";
- **CEI UNEL 35027**: "Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV. Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata"
- **CEI 11-17**: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo"
- **CEI 20-13:** "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV e successive varianti";
- **CEI 20-21**: "Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente";
- **CEI 20-38: "**Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV";
- **CEI 20-40:** "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione";
- **CEI 20-67:** "Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV";
- **CEI 20-89:** "Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT";

- **CEI 23-48:** “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari”;
- **CEI 23-80:** “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- **CEI 23-81:** “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori”;
- **CEI 23-82:** “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori”;
- **CEI 23-83:** “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori”;
- **CEI 23-93**: “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto”;
- **CEI 23-94**: “Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 22: Prescrizioni particolari per scatole e involucri di derivazione”;
- **CEI 23-116**: “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati”;
- **CEI 34-21:** “Apparecchi di illuminazione. Parte 1: prescrizioni generali e prove”;
- **CEI 34-22**: “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”;
- **CEI 34-23:** “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale”;
- **CEI 23-12**: “Spine e prese per uso industriale”;
- **CEI 23-50**: “Spine e prese per usi domestici e similari”;
- **CEI EN 60934/A2**: “Interruttori automatici per apparecchiature”;
- **CEI EN 60670-1/A1**: “Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari”;
- **CEI 10-7** (CEI EN 60376): “Specifiche di qualità tecnica per esafluoruro di zolfo (SF6) per utilizzo in apparecchiature elettrotecniche”;
- **CEI 10-40** (CEI EN 60480): “Linee guida per il controllo e il trattamento dell'esafluoruro di zolfo (SF6) prelevato da apparecchiature elettriche e specifiche per il suo riutilizzo”;
- **CEI EN 50588-1 “**Trasformatori di media potenza a 50 Hz, con tensione massima per l'apparecchiatura non superiore a 36 kV. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- **CEI 14-4** (CEI EN 60076): “Trasformatori di potenza”;
- **CEI 14-32** (CEI EN 60076-11): “Trasformatori di potenza. Parte 11: Trasformatori di tipo a secco”;
- **CEI 17-1** (CEI EN 62271-100): “Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione”;
- **CEI 17-6** (CEI EN 62271-200): Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV”;
- **CEI 17-83** (CEI EN 62271-102): “Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata”;
- **CEI 17-88** (CEI EN 62271-105): “Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 105: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso”;
- **CEI 17-112** (CEI EN 62271-1): “Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione. Parte 1: Prescrizioni comuni”;

- **CEI 32-3** (CEI EN 60282-1): “Fusibili a tensione superiore a 1000 V. Parte 1: Fusibili limitatori di corrente”;
- **CEI 38-1** (CEI EN 60044-1): “Trasformatori di misura. Parte 1: Trasformatori di corrente”;

Altre norme applicabili:

- Le prescrizioni dell'ente distributore dell'energia elettrica;
- Le prescrizioni della Commissione di Vigilanza di pertinenza;
- Leggi e decreti relativi ai VV.F.;
- Leggi e decreti sicurezza e igiene del lavoro;
- Le norme UNI ed UNEL per i materiali unificati.
- Delibere e circolari ARERA (ex AEEGSI).

Tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza alle norme anzidette e la fornitura della documentazione relativa (preinstallazione ed AS-built) dovranno intendersi a carico dell'impresa.

1.3 Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi seguenti:

- l'effettuazione di un sopralluogo preliminare nelle aree e nei locali oggetto di intervento per determinare le opere e le eventuali modifiche agli impianti esistenti per dar corso all'esecuzione dei lavori;
- il controllo della corrispondenza in loco delle opere indicate in progetto o richieste dalla Direzione Lavori;
- la fornitura e posa di tutti i materiali e l'esecuzione di tutte le opere descritte nel seguito;
- la fornitura degli schemi elettrici dei quadri delle paratoie (in funzione della marca prescelta);
- scarico dei materiali in arrivo di tutti i tipi, dimensioni pesi ed ingombri e loro trasporto nel magazzino di ricovero o, se dovrà essere possibile, nella posizione di installazione finale;
- la posa in opera dei materiali e delle apparecchiature elettriche ovunque queste vadano installate, compresa l'esecuzione delle opere non espressamente indicate ma necessarie per la realizzazione dell'opera, mediante mezzi di sollevamento e di trasporto, sollevamenti, abbassamenti, tiri in alto/basso e posizionamento (con particolare riferimento ai quadri elettrici, ecc.);
- i mezzi d'opera e manovalanza necessari per la movimentazione in cantiere dei materiali di fornitura della Committenza da magazzino e/o dal mezzo di trasporto del fornitore a piè d'opera;
- la pulizia del cantiere, con recupero ed allontanamento degli imballi, ed il rispetto di tutte le aree interessate ai lavori e/o occupate dai materiali e mezzi meccanici necessari alla costruzione dell'opera;
- il recupero degli imballi ed il loro allontanamento dal cantiere;
- lo smaltimento di eventuali materiali inquinanti secondo le modalità e le destinazioni indicate dalla normativa vigente in materia consegnando la documentazione di avvenuto smaltimento;
- il recupero ed il trasporto a magazzino della Committenza dei materiali rimossi ed in buono stato di conservazione;
- saldature per fissaggi vari;
- la redazione di tutti gli elaborati grafici costruttivi, particolari di officina e di cantiere con l'esecuzione dei necessari rilievi atti a documentare ed assicurare concretamente una completa e perfetta esecuzione del progetto degli impianti, previa loro verifica ed approvazione da parte della Direzione lavori. La loro approvazione non solleva comunque l'Appaltatore da alcuna delle sue responsabilità;
- la redazione di tutte le relazioni di calcolo per dimensionare i motori elettrici (in funzione della marca prescelta e della forza impressa dai sistemi di tenuta delle guarnizioni);
- i rilievi e la redazione degli elaborati grafici costruttivi per eventuali varianti che si rendessero necessarie in corso d'opera;
- la dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008 ed i relativi allegati (disegni e schemi AS BUILT, caratteristiche dei materiali, ecc.);
- la fornitura degli strumenti occorrenti e del personale esperto per rilievi, misurazioni, prove, tarature, messe a punto, verifiche e contabilità inerenti i lavori e per le verifiche finali necessarie in qualunque momento sia richiesto dalla Direzione Lavori e/o dal Collaudatore;
- la sorveglianza delle opere e dei materiali di installazione fino al collaudo favorevole;
- la riparazione delle anomalie e delle imperfezioni riscontrate in sede di collaudo e durante il periodo di garanzia.

1.4 Qualità, provenienza ed approvazione materiali

1.4.1 Requisiti di qualità

Tutte i materiali, le apparecchiature elettriche ed elettroniche che dovranno essere impiegati per la realizzazione dell'intervento dovranno:

- essere conformi alle relative specifiche tecniche allegate al presente Capitolato Tecnico e/o alle richieste della Committenza;
- essere conformi alle specifiche Norme EN/CEI/UNI/UNEL ove applicabili;
- essere completi di marcatura CE secondo le specifiche direttive europee applicabili;
- essere dotate del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) qualora ne sia prevista la concessione per la categoria merceologica di appartenenza e/o del contrassegno CEI o di altro marchio/certificazione equivalente;
- rispettare i Criteri Ambientali Minimi previsti dal D.M. 11/10/2017;
- essere conformi, ove applicabile, seguenti direttive e regolamenti UE:
    - direttiva UE 30/2014 recepita in Italia con D.Lgs. n° 80 del 2016 e relativa alla compatibilità elettromagnetica;
    - direttiva UE 42/2006 recepita in Italia con D.Lgs. n°17 del 2010 e relativa alle macchine;
    - direttiva UE 35/2014 recepita in Italia con D.Lgs. n° 86 del 2016 relativa ai requisiti di sicurezza del materiale elettrico di bassa tensione;
    - regolamento UE 305/2011 recepito in Italia con D.Lgs. n° 106 del 2017 relativamente ai requisiti di reazione al fuoco dei cavi elettrici;
- essere conformi alle prescrizioni degli Enti preposti al controllo dei vari impianti nella zona nella quale i lavori dovranno essere effettuati e, in particolare, a quelle dell'A.S.L., dei Vigili del Fuoco, dei fornitori pubblici dei servizi di fornitura di energia elettrica e di telefonia.

Sono inoltre a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri derivanti dall'acquisizione o produzione della documentazione necessaria richiesta dalle disposizioni legislative e normative anzidette.

Per tutti i materiali e le apparecchiature elettriche ed elettroniche per i quali le disposizioni legislative e normative vigenti ed applicabili o gli Enti preposti al controllo degli impianti elettrici nella zona nella quale dovranno essere effettuati i lavori prescrivono il rilascio di certificati di collaudo e/o omologazione, l'Appaltatore dovrà conservali ed includerli nella documentazione finale.

1.4.2 Marche e modelli

Tutte i materiali, le apparecchiature elettriche ed elettroniche che dovranno essere impiegati per la realizzazione dell'intervento dovranno:

- essere di primaria Casa costruttrice,
- essere della migliore qualità esistente in commercio e privi di vizi o difetti.

L'Appaltatore è obbligato a garantire ai fini manutentivi e gestionali dell'opera finita che le apparecchiature elettriche di nuova fornitura soddisfino alla completa integrazione ed intercambiabilità con quanto già esistente.

Per le eventuali opere che possono rappresentare la naturale estensione di impianti esistenti all'interno del Complesso e/o altre strutture della Committenza, dovrà essere posta particolare cura nella scelta dei componenti che dovranno essere per ragioni manutentive gli stessi o equivalenti a quelli installati per tipologia di impiego, funzionalità e versatilità.

La scelta di componenti diversi potrà essere ammessa, ma dovrà essere documentata e preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

In ogni caso, l'integrazione di impianti con componenti e/o sistemi di diversa fornitura non dovrà comprometterne l'affidabilità ed inoltre dovranno estendersi ad essi le garanzie di sicurezza e funzionamento al termine dei lavori.

1.4.3 Approvazione dei materiali

Prima dell'installazione, in ogni caso, i materiali e le apparecchiature elettriche ed elettroniche dovranno essere sottoposte per approvazione alla Direzione Lavori in relazione alla loro rispondenza ai requisiti di qualità e provenienza riportati precedentemente.

Per i materiali e le apparecchiature elettriche ed elettroniche già approvvigionati a piè d'opera e riconosciuti non idonei la Direzione Lavori deciderà se essi debbano essere scartati oppure se possano ammettersi applicando una adeguata detrazione percentuale sulla loro quantità o sul loro prezzo. Nel primo caso, e nel secondo caso quando l'Appaltatore non intenda accettare la detrazione stabilita dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore provvederà, a proprie spese, ad allontanare dal cantiere i materiali e le apparecchiature elettriche ed elettroniche dichiarati non idonei entro il termine stabilito dalla Direzione Lavori. Diversamente la Committenza potrà provvedere direttamente a rischio e spese dell'Appaltatore.

1.5 Documentazione

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà produrre un progetto costruttivo da presentare alla Direzione Lavori per approvazione. Nessuna opera potrà essere eseguita previa approvazione di tale progetto.

Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà produrre un progetto AS BUILT di tutte le opere eseguite e rilasciare la dichiarazione di conformità secondo D.M. 37/2008 completa di allegati.

L'Appaltatore dovrà produrre n°1 copia su supporto cartaceo e su supporto informatico di progetto costruttivo e di progetto AS BUILT.

L'Appaltatore dovrà produrre documentazione elettronica sia in formato editabile sia in formato non editabile nei seguenti standard:

- elaborati grafici: dwg e pdf
- elaborati descrittivi: doc, xls e pdf

1.5.1 Disegni costruttivi di montaggio

E' preciso onere dell'Appaltatore dei lavori procedere alla redazione di tutti i disegni costruttivi di cantiere, riportanti le modalità di installazione e di montaggio dei singoli impianti sulla scorta delle apparecchiature, dei componenti e dei materiali prescelti ed approvati dalla D.L., comprendente:

- verifica dimensionale delle tubazioni e canalizzazioni;
- eliminazione delle interferenze tra impianti meccanici/elettrici;
- armonizzazione degli impianti elettrici con le strutture ed il layout architettonico.

In particolare, dovranno essere prodotti i seguenti documenti:

- schemi a blocchi progetto costruttivo impianti elettrici;
- schemi elettrici progetto costruttivo dei quadri elettrici con indicazione di:
    - tipo e taratura interruttori;
    - circuiti di potenza e relative sigle identificative;

    - circuiti ausiliari di comando e segnalazione (funzionali) e relative sigle identificative;
    - morsettiere di potenza ed ausiliari e relative sigle identificative;
    - fronti quadro con dimensioni e sigle identificative dei circuiti;
- tavole progetto costruttivo contenenti, a titolo esemplificativo e comunque non esaustivo, quanto segue:
    - disposizione planimetrica dei quadri elettrici e degli armadi rack;
    - disposizione planimetrica di tutti i componenti relativi agli impianti elettrici con indicazione delle sigle dei circuiti di alimentazione e/o collegamento;
    - percorsi delle canalizzazioni di distribuzione principale e secondaria relative a energia e segnali, contenenti l'indicazione delle dimensioni, degli staffaggi e dei cavi in esse contenuti;
    - percorsi delle tubazioni e posizionamento delle scatole di derivazione relative a tutti gli impianti elettrici contenenti l'indicazione delle dimensioni, degli staffaggi e dei cavi in esse contenuti;
    - disposizione planimetrica indicante l'ubicazione e la tipologia dei materiali REI utilizzati per il ripristino delle compartimentazioni;
- relazioni di calcolo progetto costruttivo degli impianti elettrici aggiornate e complete in ogni loro parte;
- lista cavi (siglatura, sezione, lunghezza).

Sarà inoltre facoltà della D.L. richiedere a suo insindacabile giudizio tutti i disegni che la medesima riterrà necessari per il buon andamento del cantiere e per la rappresentazione grafica delle opere realizzate.

I disegni suddetti redatti in scala adeguata ed illustranti i vari impianti in piante, sezioni, dettagli e particolari di montaggio, dovranno agevolmente ed inequivocabilmente consentire di stabilire i criteri con i quali l'Appaltatore intende procedere alla posa ed al montaggio delle singole apparecchiature ed alla stesura delle reti di collegamento.

Nella redazione di tali disegni, l'Appaltatore dovrà attenersi nella misura il più possibile fedele alle indicazioni riportate sui disegni di progetto.

Tutti i disegni anzidetti dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L. con un congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori di installazione.

L'Appaltatore non potrà procedere all'esecuzione dei lavori stessi se non prima dell'approvazione di tali disegni da parte della D.L..

1.5.2 Documentazione AS BUILT

Al termine dei lavori dovrà essere consegnata la documentazione AS BUILT con la chiara e completa rappresentazione grafica di tutte le opere eseguite e comprendente:

- schemi a blocchi AS BUILT impianti elettrici;
- schemi elettrici AS BUILT dei quadri elettrici con indicazione di:
    - tipo e taratura interruttori;
    - circuiti di potenza e relative sigle identificative;
    - circuiti ausiliari di comando e segnalazione (funzionali) e relative sigle identificative;
    - morsettiere di potenza ed ausiliari e relative sigle identificative;
    - fronti quadro con dimensioni e sigle identificative dei circuiti;
- tavole AS BUILT contenenti, a titolo esemplificativo e comunque non esaustivo, quanto segue:

- disposizione planimetrica dei quadri elettrici e degli armadi rack con indicazione dei basamenti di appoggio a pavimento;
- disposizione planimetrica di tutti i componenti relativi agli impianti elettrici con indicazione delle sigle dei circuiti di alimentazione e/o collegamento;
- percorsi delle canalizzazioni di distribuzione principale e secondaria relative a energia e segnali, contenenti l'indicazione delle dimensioni, degli staffaggi e dei cavi in esse contenuti;
- percorsi delle tubazioni e posizionamento delle scatole di derivazione relative a tutti gli impianti elettrici contenenti l'indicazione delle dimensioni, degli staffaggi e dei cavi in esse contenuti;
- disposizione planimetrica indicante l'ubicazione e la tipologia dei materiali REI utilizzati per il ripristino delle compartimentazioni;

- relazioni di calcolo AS BUILT degli impianti elettrici aggiornate e complete in ogni loro parte;
- lista cavi (siglatura, sezione, lunghezza).

1.5.3 Dichiarazione di conformità a regola d'arte degli impianti

Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà redigere, su apposito modulo, la dichiarazione di conformità secondo quanto previsto dal DM 37/08 e comprovante che gli impianti sono stati eseguiti a regola d'arte.

Alla dichiarazione di conformità dovranno essere allegati obbligatoriamente:

- tavole del progetto esecutivo aggiornate per eventuali perizie di variante in corso dell'opera ai sensi degli articoli 5 e 7 del D.M. 37/2008;
- relazione della tipologia dei materiali utilizzati comprendente in particolare:
  - descrizione degli interventi realizzati con dati di progetto, dimensioni e caratteristiche delle apparecchiature installate;
  - per i prodotti soggetti a norme: la dichiarazione di rispondenza alle stesse completa, ove esistente, di riferimenti a marchi, certificati di prova, ecc. rilasciati da istituti autorizzati (esempio dichiarazione di conformità e di collaudo rilasciata in conformità alla norma CEI EN 61439-1 - Class. CEI 17-113 – CT 17 - Fascicolo 10144, e CEI EN 61439-2 - Class. CEI 17-114 - CT 17 - Fascicolo 10145 dal costruttore dei quadri elettrici);
  - per gli altri prodotti (da elencare): dichiarazione di materiali, prodotti e componenti conformi a quanto previsto dagli articoli 5 e 6 del D.M. n. 37/2008;
  - certificazioni e/o omologazione dei materiali che lo richiedono (materiali per compartimentazioni REI, ecc.) o in alternativa i certificati CE, la dichiarazione del venditore e del fornitore di conformità alla omologazione o certificazione CE;
  - la dichiarazione di corretta posa del materiale secondo le indicazioni del produttore;
- riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali;
- libretto d'uso e manutenzione comprendente le indicazioni relative al corretto utilizzo delle apparecchiature, alle verifiche periodiche da effettuare ed alla sostituzione dei componenti guasti ai sensi dell'art. 8 del D.M. 37/2008.

Inoltre, dovranno essere allegati:

- i verbali contenenti i risultati delle prove e verifiche eseguite

- i verbali di programmazione, avviamento, messa in funzione e corretto funzionamento, nei casi in cui l'Appaltatore si avvarrà di tecnici specializzati dei costruttori di apparecchiature e impianti specifici (es. sistema di supervisione). Per i sistemi software dovranno essere forniti tutti i file di backup della programmazione risiedente in ciascuna apparecchiatura, nonché la stampa con l'esito dell'indirizzamento e dell'interrogazione di tutti i dispositivi in campo.
- Misura e certificazione di tutti i punti rete trasmissione dati/fonia in rame e f.o.
- Per interventi su quadri elettrici esistenti l'Appaltatore dovrà rilasciare la dichiarazione relativa alla corretta posa in opera / corretta esecuzione dell'intervento effettuato.

1.6 Prove e verifiche

Durante e dopo l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà effettuare tutte le prove e le verifiche per accertare la rispondenza degli impianti alla regola d'arte e tutte le prove che la D.L. riterrà di ordinare per accertare l'esatta taratura degli impianti ed il loro regolare funzionamento.

L'esito delle singole prove e misurazioni effettuate dovrà essere comunicato per iscritto dalla D.L. documentando dettagliatamente i metodi di misura ed i risultati ottenuti. A titolo puramente indicativo e non esaustivo, si elencano qui di seguito alcune delle prove di collaudo tecnico che dovranno essere effettuate dall'Impresa Esecutrice.

1.6.1 Prove in officina

Per le verifiche di macchinari, trasformatori, quadri elettrici, etc. per i quali le norme CEI richiedono l'esecuzione di prove eseguibili solo presso l'Officina del Costruttore o presso sedi attrezzate di enti di collaudo, l'Impresa Esecutrice dovrà mettere a disposizione della D.L., prima dell'installazione dei componenti il relativo certificato di prova e di rispondenza alle normative.

1.6.2 Prove a vista

Le prove a vista dovranno consistere in:

- verifica dello stato dei componenti per accertare che non siano danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza.
- verifica dell'idoneità dei componenti all'ambiente di installazione;
- verifica dei metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, ivi compresa la misura delle distanze; tale esame riguarda per es. la protezione mediante barriere od involucri per mezzo di ostacoli o mediante distanziamento;
- verifica della presenza di barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodidi protezione contro gli effetti termici;
- verifica della taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- verifica della presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando;
- verificare la sfilabilità dei cavi e controllo delle connessioni;
- verifica della identificazione delle apparecchiature con marcature, etichettature e targhette;
- verifica della cartellonistica;
- verifica della identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- verifica della presenza di schemi, di cartelli monitori e di informazioni analoghe;
- verifica della idoneità delle connessioni dei conduttori;

- verifica dell'agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

1.6.3 Verifiche strumentali

Le verifiche strumentali dovranno consistere in:

- misura della resistenza di terra e relativo coordinamento con i dispositivi di protezione;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- prove di tensione applicata e di funzionamento di tutti i componenti e apparecchiature dell'impianto;
- prove di intervento dei dispositivi di protezione;
- misure della resistenza d'isolamento dei conduttori;
- verifica delle protezioni differenziali;
- misure, dove necessitano, dell'impedenza dell'anello di guasto e di coordinamento con i dispositivi di protezione;
- misure della caduta di tensione (oppure verifica analitica);
- prove senso ciclico delle fasi e di polarità;
- misura dei livelli di illuminamento (oppure verifica analitica con calcoli illuminotecnici di tutti i locali in funzione degli apparecchi di illuminazione installati);

1.7 Collaudi preliminari - tarature e messe a punto degli impianti

Ad ultimazione dei lavori di montaggio degli impianti e quando necessario, anche durante l'esecuzione dei lavori stessi, l'Appaltatore dovrà provvedere ad effettuare tutte le necessarie tarature e messe a punto per consegnare gli impianti alla Committente perfettamente funzionanti ed assolutamente in grado di fornire, con la precisione richiesta, i requisiti prestazionali prescritti dal presente Documento.

Dette tarature dovranno essere effettuate da Personale Tecnico Specializzato alle dipendenze dirette dell'Appaltatore, oppure da Professionisti esterni incaricati specificatamente per tale scopo dall'Appaltatore stesso.

In entrambi i casi, i Tecnici in questione dovranno possedere una comprovata esperienza tecnica nel settore, conoscere perfettamente le specifiche di documento ed i disegni di progetto, avere buona dimestichezza con l'uso degli strumenti di misura ed avere specifica conoscenza dei sistemi oggetto di taratura e messa a punto.

I Tecnici suddetti dovranno infine essere di gradimento della D.L..

Le tarature e le messe a punto degli impianti dovranno essere effettuate utilizzando strumenti di misura della massima precisione ed affidabilità.

La D.L. potrà richiedere la sostituzione di strumenti non ritenuti sufficientemente attendibili.

Le misure da eseguire dovranno essere in generale tutte quelle che, in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'impianto, sarà necessario effettuare e/o la D.L. riterrà necessario vengano effettuate, per consentire un preciso monitoraggio dell'impianto in tutte le sue fasi di funzionamento.

I risultati delle misure effettuate dovranno essere chiaramente documentati alla D.L. riportando i valori riscontati o sui disegni di progetto (piante e schemi funzionali) od in apposite tabelle esplicative, accompagnando i valori con una relazione tecnica che precisi i modi, gli strumenti e le condizioni con cui tali misure sono state effettuate.

L'ultima serie di misure, quelle con impianti considerati correttamente tarati, dovrà essere consegnata alla Committente firmata dall'Appaltatore e controfirmata per accettazione dalla D.L., la quale potrà rifiutarsi di apporre tale firma fino a quando non sarà in grado di considerare gli impianti funzionanti secondo le prescrizioni contrattuali.

Il documento suddetto costituirà certificato di avvenuto collaudo tecnico a fine lavori degli impianti.

Contestualmente all'effettuazione delle misure in precedenza citate ed in funzione dei risultati espressi dalle misure stesse, i Tecnici preposti alla messa a punto dell'impianto dovranno procedere per via di successive approssimazioni alla taratura dell'impianto, agendo sui sistemi di taratura e sui sistemi di regolazione presentati fin tanto che i risultati delle misure non possano ritenersi sufficientemente allineati con le richieste espresse dal progetto.

Qualora, nell'effettuare le tarature, emerga la necessità di inserire apparecchiature non presenti nel progetto originario, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare tale intervento senza per altro poter richiedere ulteriori compensi in merito, essendo implicito che tale ulteriore dispositivo costituisce elemento necessario per assicurare la corretta funzionalità dell'impianto.

Particolare rilevanza assumerà a tale proposito la taratura dei tempi e delle correnti di intervento dei dispositivi di protezione che dovrà essere effettuata in modo da garantire la selettività d'intervento dei dispositivi.

Gli oneri relativi a tali prestazioni si intendono compresi fra gli oneri generali di assistenza tecnica dell'Appaltatore il quale perciò non avrà diritto ad alcun ulteriore compenso.

1.8 Collaudo definitivo

Il collaudo definitivo avrà lo scopo di accertare:

- che tutti gli impianti e tutte le opere in genere oggetto dell'Appalto siano stati realizzati dall'Appaltatore a perfetta regola d'arte, con l'impiego di apparecchiature, materiali e componenti di primaria qualità e che, pertanto, risultino privi di vizi o difetti palesi;
- che tutti gli impianti e tutte le opere in genere oggetto dell'Appalto siano stati realizzati, sia dal punto di vista qualitativo che dal punto di vista quantitativo, nel pieno rispetto delle specifiche contrattuali illustrate sui documenti di progetto, sulle perizie di variante e suppletive, oppure riportate negli ordini di servizio redatti in corso d'opera dalla D.L.;
- che tutti gli impianti siano realizzati nel pieno rispetto delle leggi e normative tecniche vigenti e/o applicabili al momento dell'esecuzione delle opere;
- che tutti gli impianti siano perfettamente funzionanti e le rese di prestazione delle apparecchiature e degli impianti forniti siano in grado di assicurare il mantenimento all'interno dei locali delle condizioni di progetto;
- che il funzionamento di tutte le apparecchiature, comprese quelle di sicurezza, controllo, misura e regolazione automatica, risultino tecnicamente razionali e sufficienti allo scopo ed alle prescrizioni contrattuali.

Tutte le opere, forniture e regolazioni che risultassero, in seguito a detto collaudo, deficienti e non a regola d'arte, dovranno essere immediatamente riparate o sostituite a cura dell'Impresa Esecutrice, senza alcun compenso.

Dovranno essere pure addebitate all'Appaltatore tutte quelle opere da muratore, decoratore e simili che si rendessero necessarie per eseguire modifiche aggiuntive o riparazioni.

L'Appaltatore è impegnato a fornire, in sede di collaudo, tutte le apparecchiature di prova richiesta dai collaudatori e tutti gli elementi tecnici che i medesimi riterranno opportuni.

Tutti gli oneri per le prove di collaudo sono a carico dell'Appaltatore.

1.9 Istruzione del personale e documentazione tecnica relativa agli impianti realizzati

Ultimate le tarature e le messe a punto degli impianti, l'Appaltatore dovrà provvedere ad istruire adeguatamente il personale della Committente che sarà addetto alla gestione ed alla manutenzione dell'impianto, illustrando tutti i dettagli di funzionamento e di regolazione relativi all'impianto stesso.

Dovrà inoltre consegnare alla Committente una raccolta di tutti i manuali d'uso e manutenzione relativi alle apparecchiature installate avendo cura di precisare in apposito elenco le più importanti operazioni di manutenzione ordinaria, indicando, oltre al tipo di operazione, le scadenze consigliate dai Costruttori.

A completamento della documentazione tecnica di illustrazione dell'impianto, l'Appaltatore dovrà consegnare le copie dei disegni "as built" come già richiesto in altre parti del presente Documento

2. CONDIZIONI DI PROGETTO E REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE INSTALLAZIONI

Quanto nel seguito indicato ha la funzione di illustrare le principali condizioni di cui si deve tenere conto per la realizzazione delle opere in oggetto e le principali prestazioni che tali opere devono garantire.

Le indicazioni riportate non devono essere considerate esaustive sugli argomenti considerati e pertanto dovrà essere onere dell'Appaltatore applicare tutte le prescrizioni necessarie, anche se non espressamente richiamate, per la corretta esecuzione delle opere.

2.1 Dati impianto elettrico

Alla società erogatrice di energia elettrica si dovranno richiedere:

- i valori aggiornati della corrente convenzionale di terra e del tempo di intervento delle protezioni.

2.2 Classificazione dei locali in base alle norme CEI

Area esterna:

- Grado di protezione minimo: IP65
- per i componenti interrati od installati in pozzetto senza drenaggio: IPX8;
- per i componenti installati in pozzetto con drenaggio: IPX7;

Nelle camere di manovra interrate o dove è possibile la presenza di acqua dovranno essere cautelativamente rispettate le prescrizioni della norma CEI 64-8 sez. 702 e 706.

2.3 Requisiti generali per sicurezza degli impianti contro i contatti diretti

Le installazioni in oggetto dovranno essere realizzate in modo da garantire la massima sicurezza contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione (contatti diretti). La protezione contro i contatti diretti dovrà essere realizzata mediante:

- isolamento delle parti attive;
- barriere o involucri di protezione delle parti attive aventi grado di protezione pari ad almeno IPXXD, per le superfici orizzontali a portata di mano, e IPXXB per le altre superfici.

2.4 Requisiti generali per la sicurezza degli impianti contro i contatti indiretti

2.4.1 Sistemi elettrici a tensione superiore a 1000V c.a. (CEI EN 50522)

Un impianto di terra è ritenuto sicuro nei confronti di un guasto a terra in media tensione, se la tensione di contatto che si può stabilire in un punto qualsiasi dell'impianto di terra unico (media e bassa tensione) non supera la tensione di contatto ammissibile UTp.
Se la tensione totale di terra *UE* è inferiore, o tutt'al più uguale, alla tensione di contatto ammissibile *UTp*, l'impianto di terra garantisce senza'altro la sicurezza, essendo la tensione di contatto effettiva $U_T \leq U_E$.

$$U_E = R_E \cdot I_E$$

dove:

UE = Tensione totale di terra (EPR - Earth Potential Rise)
RE = Resistenza di terra
IE = Corrente di terra

Quando la condizione precedente non può essere garantita, è necessario procedere alle misure dirette delle tensioni di contatto. Inoltre si dovranno valutare le tensioni di passo sul perimetro dell'impianto nei casi particolari in cui risulta $U_E \geq 20\ U_{Tp}$.

Nella seguente tabella (estratta dalla norma CEI 99-3) sono riportati i valori delle tensioni di contatto ammissibili U_{Tp} in relazione alla durata del guasto t_f:

DURATA DEL GUASTO t_f (s)	**TENSIONE DI CONTATTO AMMISSIBILE U_{Tp} (V)**
>10	80
10	85
5	85
2	95
1	115
0,5	225
0,2	525
0,1	655
0,05	725

2.4.2 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Per impianti elettrici in bassa tensione, l'interruzione automatica dell'alimentazione prevede che il dispositivo che realizza la protezione dai contatti indiretti debba intervenire in maniera che, in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare danni ad una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto limite convenzionale superiore a 50V (valore efficace) in c.a. o a 120V in c.c. (non ondulata).

Le condizioni per ottenere quanto sopra sono diverse, a seconda dello stato del neutro (sistemi TT, TN, IT)

SISTEMA TT

Per realizzare la protezione dai contatti indiretti dovrà essere verificata e soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito, la seguente condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

ove:

- R_E [Ω] = resistenza del dispersore;
- U_L [V] = tensione di contatto limite convenzionale (50V per ambienti ordinari; 25V per ambienti particolari);
- I_{dn} [A] = corrente nominale differenziale. Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

SISTEMA TN

Per realizzare la protezione dai contatti indiretti dovrà essere verificata e soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito in bassa tensione, la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

ove:

- U_0 [V] = tensione nominale verso terra;
- Z_s [Ω] = impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
- I_a [A] = corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41.1 della norma CEI 64-8 in funzione della tensione nominale U_0 (0,4s per tensioni nominali di 230V) per i circuiti terminali con corrente nominale non superiore a:
    - 63A se provvisti di una o più prese
    - 32A se alimentano solo apparecchi utilizzatori con collegamento fisso;

  Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 s sono ammessi per i restanti tipi di circuiti. Se si usa un interruttore differenziale, I_a è la corrente differenziale nominale di intervento.

SISTEMA IT

Per realizzare la protezione dai contatti indiretti dovrà essere verificata e soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito, la seguente condizione:

$$R_E \times I_d \leq 50$$

ove:

- R_E [Ω] = resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse
- I_d [A] = corrente di guasto del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico; non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra.

Un dispositivo di controllo dell'isolamento deve essere previsto per indicare il manifestarsi di un primo guasto tra una parte attiva e masse o terra. Questo dispositivo deve azionare un segnale sonoro e/o visivo che deve continuare ad essere azionato sino a che il guasto persista. Si raccomanda di eliminare il primo guasto con il più breve ritardo praticamente possibile.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

- quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono come quelle per i sistemi TT
- quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

  quando il neutro non è distribuito:

$$\mathbf{Z_S \leq \frac{U}{2 * I_a}}$$

quando il neutro è distribuito:

$$Z'_S \leq \frac{U_0}{2 * I_a}$$

ove:

- U_0 [V] = tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro
- U [V] = tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase
- Z_S [Ω] = impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito
- Z'_S [Ω] = impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito
- I_a [A] = corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN.

2.4.3 Protezione con impiego di componenti di classe II

Questo metodo di protezione prevede l'utilizzo di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato (apparecchi di classe II) e cavi di classe II.

Gli apparecchi di classe II non richiedono la messa a terra, anzi la loro messa a terra è proibita. Infatti la probabilità che sull'involucro metallico siano riportate tensioni pericolose per l'inefficienza dell'impianto di terra è maggiore della probabilità che la messa a terra sia utile in caso di cedimento dell'isolamento doppio o rinforzato.

La protezione con componenti di classe II permette di evitare la realizzazione dell'impianto di terra. Inoltre, non è necessaria l'installazione del dispositivo differenziale e si evitano eventuali scatti intempestivi.

2.5 Requisiti generali per la protezione contro le sovracorrenti

2.5.1 Protezione contro i sovraccarichi

La protezione contro i sovraccarichi delle linee sarà assicurata per il fatto che le correnti nominali dei dispositivi di protezione saranno inferiori alle portate delle condutture sottese in relazione alle condizioni di installazione (temperatura, tipologia di posa, raggruppamento in fascio o strato, numero di circuiti o cavi multipolari adiacenti). In definitiva dovranno essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1{,}45\ I_z$$

ove:

- I_B [A] = corrente di impiego del circuito;
- I_N [A] = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_z [A] = portata in regime permanente della conduttura;
- I_f [A] = corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale;

2.5.2 Protezione contro i cortocircuiti

Tutte le possibili correnti provocate da un corto circuito, che si presenti in un punto qualsiasi del circuito, devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Inoltre le apparecchiature di protezione dovranno avere potere di interruzione maggiore della massima corrente di corto circuito nel punto di installazione. In definitiva dovranno essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_{cc} \leq P.d.i.$$

$$I_P \leq I_{CM}$$

$$I^2t \leq K^2S^2$$

ove:

- Icc [kA]: valore efficace della componente simmetrica della corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione nell'instante di apertura per guasto ad impedenza trascurabile trifase simmetrico per circuiti trifase e per guasto ad impedenza trascurabile monofase per circuiti monofase.
- P.d.i. [kA]: potere di interruzione estremo secondo CEI EN 60497-2 per interruttori ad uso industriale o potere di interruzione nominale secondo CEI EN 60898 per interruttori ad uso domestico o similare;
- I_P [kA]: valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)
- I_{CM} [kA]: valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito
- I^2t [A^2s] = Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
- K = Coefficiente della conduttura utilizzata

  115 per cavi in rame isolati in PVC (76 se alluminio)

  143 per cavi in rame isolati in XLPE/EPR (94 se alluminio)
- S [mm^2] = sezione della conduttura

2.6 Requisiti generali per la limitazione della caduta di tensione

La caduta di tensione fra la tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto degli impianti quando sono inseriti gli utilizzatori, non dovrà superare il 4% della tensione a vuoto. La formula per il calcolo della caduta di tensione è la seguente:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l sen \varphi)$$

ove:

- K = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
- I [A] = corrente di impiego I_B o corrente di taratura I_n
- L [km] = lunghezza della linea
- R_l [Ω/km] = resistenza (alla temperatura a regime) della linea
- X_l [Ω/km] = reattanza della linea

2.7 Requisiti generali per la protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica

La protezione dei circuiti elettrici e delle apparecchiature dovrà essere realizzata in tutti i quadri elettrici che dovranno essere equipaggiati con idonei limitatori di sovratensione di adeguate caratteristiche.

2.8 Requisiti generali per la sicurezza degli impianti contro gli incendi

I componenti elettrici non devono costituire pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti. Oltre alle prescrizioni normative, devono essere osservate tutte le relative istruzioni di installazione del costruttore.

I componenti elettrici che possono raggiungere temperature superficiali tali da poter innescare l'incendio dei materiali adiacenti, devono essere installati in uno dei seguenti modi:

- su o entro elementi costituiti da materiali che resistano a tali temperature e che abbiano una bassa conducibilità termica;
- dietro schermi termicamente isolanti che resistano a tali temperature e che abbiano una bassa conducibilità termica;
- ad una distanza sufficiente a permettere un'adeguata dissipazione del calore per evitare che tali temperature possano avere effetti termici dannosi sui materiali la cui conservazione potrebbe venire compromessa da tali temperature, utilizzando supporti di bassa conducibilità termica.

I componenti elettrici collegati all'impianto in modo permanente che nel loro funzionamento ordinario siano tali da produrre archi o scintille, devono:

- essere totalmente racchiusi in elementi di materiale resistente agli archi, oppure
- essere schermati, con elementi di materiale resistente agli archi, dagli elementi dell'edificio sui quali gli archi potrebbero avere effetti termici dannosi, oppure
- essere installati ad una distanza sufficiente dagli elementi dell'edificio sui quali gli archi o le scintille potrebbero avere effetti termici dannosi, per permettere una sicura estinzione degli stessi archi o scintille.

I materiali resistenti agli archi utilizzati per questa misura di protezione devono essere non combustibili, avere bassa conducibilità termica e presentare uno spessore adeguato per assicurare stabilità meccanica.

I componenti elettrici fissi che presentino effetti di focalizzazione o di concentrazione di calore devono essere distanziati da qualsiasi oggetto fisso o da qualsiasi elemento dell'edificio in modo tale che questi oggetti od elementi non possano essere sottoposti, in condizioni ordinarie, a temperature pericolose.

2.9 Requisiti generali per la protezione contro gli effetti sismici

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo le seguenti disposizioni:

- D.M. 17 gennaio 2018: "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019.
- Lettera circolare n. 4621 del 16/4/2012: "Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio".

L'offerta economica, formulata dall'Appaltatore ed i relativi prezzi degli articoli esposti, dovrà essere comprensiva anche di tutti gli oneri relativi alla formazione di un sistema di staffaggio realizzato mediante ancoranti/tasselli/supporti idonei, in relazione alle caratteristiche dei solai e delle pareti di ancoraggio, al peso proprio delle apparecchiature. Il sistema di staffaggio delle canalizzazioni ed il sistema di fissaggio delle apparecchiature elettriche (quadri, tarsformatori, ecc.) dovrà essere tale da rispettare le prescrizioni della normativa antisismica vigente per la zona sismica di Torino e dovrà essere posto in opera considerando l'effettiva disposizione delle armature nei solai, in modo da non pregiudicarne il comportamento meccanico.

Tutti gli impianti non dovranno essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì dovranno essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo, rigidi o flessibili. Ad esempio, gli apparecchi di illuminazione dovranno essere ancorati a regola d'arte al soffitto e non al controsoffitto. I componenti che possono presentare

pericolo di oscillazione dovranno essere ancorati con controventature. Dovrà essere inoltre impedito il ribaltamento a parti di impianto che ne sono soggette, ad esempio i quadri elettrici a pavimento, con adeguati fissaggi alle pareti.

In presenza di rischi sismici si deve prestare particolare attenzione a quanto segue:

- al fissaggio delle condutture alla struttura dell'edificio;
- alla scelta, con riferimento alla qualità di flessibilità delle connessioni tra le condutture fisse e tutti i componenti elettrici essenziali, come per esempio i servizi di sicurezza.

L'Appaltatore dovrà produrre, preventivamente, tutta la documentazione tecnica di calcolo a firma di professionista abilitato e le certificazioni dei sistemi di sostegno suddetti, ai sensi del paragrafo 7.2.4 delle NTC 2018 "Criteri di progettazione degli impianti", senza che questo comporti alcuna richiesta di maggiori oneri da parte dell'Appaltatore.

Il sistema dovrà inoltre garantire il mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco delle strutture, ove richiesti. Tale documentazione dovrà essere soggetta ad approvazione della Direzione Lavori, prima della messa in opera dei sistemi previsti.

L'approvazione della Direzione Lavori non esime l'Appaltatore dalle proprie responsabilità e la Stazione Appaltante/ Direzione Lavori potrà comunque chiedere la sostituzione di quanto ritenuto non idoneo o non conforme alle Norme vigenti.

Gli oneri di tutte queste opere sono sempre compresi nel prezzo d'Appalto.

2.10 Sigillature e ripristini elementi costruttivi resistenti al fuoco

Quando una conduttura attraversa elementi costruttivi di separazione classificati ai fini della resistenza al fuoco, le aperture che restano tra l'elemento costruttivo e la conduttura devono essere sigillate in modo da ripristinare le prestazioni di resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo attraversato.
Gli elementi da incasso non devono alterare le prestazioni di resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo attraversato. A tal fine si faccia riferimento alla certificazione di prova dei prodotti da costruzione rilasciati dal fabbricante o alle indicazioni contenute al punto S.2.15, comma 4 del DM 18/10/2019.
Devono essere utilizzati prodotti corredati di:

- marcatura CE e relativa dichiarazione di prestazione (DoP) (articoli 4 e 8 del Regolamento (UE) 305/2011) o, in assenza,
- rapporto di classificazione previsto dalle norme di prova richiamate dalla Tabella A.4.5 del DM 16/02/2007 o dalla Tabella S.2-19 dell'Allegato 1 del DM 3 agosto 2015 S.2-22 dell'Allegato 1 al DM 18/10/2019.

Un prodotto sigillante marcato CE deve essere rispondente ad una norma armonizzata o a una valutazione tecnica europea (EAD) secondo l'art. 4 del Reg. (UE) 305/2011.
Nessuna conduttura deve attraversare un elemento costruttivo portante di un edificio, a meno che la capacità portante dell'elemento, anche in condizioni di incendio (prestazione R secondo S2 del DM 18/10/2019), possa essere assicurata dopo tale attraversamento.
Le sigillature devono soddisfare le seguenti prescrizioni:

- devono essere tali da non danneggiare, per es. meccanicamente, termicamente, chimicamente o elettricamente i materiali delle condutture con cui sono in contatto;
- devono permettere gli spostamenti relativi delle condutture dovuti a fenomeni termici;
- devono avere una stabilità meccanica adeguata per sopportare le sollecitazioni che possono prodursi in seguito a danneggiamenti dei supporti delle condutture causati da un incendio.

Queste prescrizioni possono essere considerate soddisfatte se le mensole o supporti dei cavi sono installati a meno di 750 mm dal sistema di sigillatura e sono in grado di sopportare i carichi meccanici che si prevede si possano avere a seguito della rottura dei supporti dal lato incendio della barriera in cui avviene l'incendio, in modo che nessuna sollecitazione sia trasferita alla sigillatura; oppure lo stesso sistema di sigillatura fornisce un supporto adeguato

2.11 Requisiti generali impianti di illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà essere realizzato secondo le leggi e norme vigenti, e come indicato sugli elaborati di progetto.

Saranno previsti apparecchi di illuminazione a LED autoalimentati specificamente previsti per l'illuminazione di sicurezza (conformi alle norme EN 60598-1, EN 60598-2-22).

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere installati in numero e posizioni tali da garantire i valori di illuminamento prescritti dalla norma UNI EN 1838.

I punti da evidenziare nella collocazione dei dispositivi di illuminazione di sicurezza sono i seguenti:

- Vicino (*) ad ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza;
- Vicino (*) alle scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta;
- Vicino (*) ad ogni variazione di livello;
- Sui segnali di sicurezza delle vie di esodo illuminate esternamente, sui segnali di direzione delle vie di esodo e di altri segnali di sicurezza che devono essere illuminati nelle condizioni di illuminazione di emergenza;
- Ad ogni cambio di direzione (**);
- Ad ogni intersezione di corridoi (**);
- Vicino (*) ad ogni uscita e all'esterno dell'edificio verso un luogo sicuro;
- Vicino (*) ad ogni punto di pronto soccorso, in modo che ogni contenitore di pronto soccorso sia illuminato verticalmente con un livello di illuminamento di 5 lx;
- Vicino (*) ad ogni dispositivo antincendio e punto di chiamata in modo che ogni punto di chiamata antincendio, dispositivi antincendio e pannello sia illuminato verticalmente con un livello di illuminamento di 5 lx;
- Vicino (*) ad ogni apparecchiatura di evacuazione fornita per i disabili;
- Vicino (*) ai rifugi e ai punti di raccolta per disabili
- Nei servizi igienici per disabili.

(*) Per "vicino" si intende una distanza minore di 2 m misurata orizzontalmente;

(**) L'apparecchio di illuminazione di emergenza deve illuminare in entrambe le direzioni al cambio di direzione o all'intersezione.

2.12 Requisiti generali impianti di forza motrice

Gli impianti in oggetto avranno il compito di provvedere all'alimentazione delle utenze che necessitano di energia elettrica per il loro funzionamento.

A tal fine, sono previste due tipologie di alimentazione:

- allacciamento diretto da quadro o da dorsale di distribuzione per le utenze di tipo fisso; in questo caso le utenze dovranno essere sezionabili localmente con appositi dispositivi
- con prese di corrente per l'allacciamento, tramite spina, di utenze mobili o portatili

Il progetto prevede l'installazione di diverse tipologie di prese, installate singolarmente, o riunite in gruppi in funzione delle diverse esigenze degli utilizzatori.

3. CRITERI GENERALI DI INSTALLAZIONE DEI PRINCIPALI COMPONENTI

Nel seguito si descrivono i criteri generali di installazione dei principali componenti.

3.1 Cavidotti interrati

I cavidotti interrati dovranno essere in polietilene ad alta densità flessibile corrugato a doppia parete serie pesante classe N, protetti da casseratura in cemento in qualsiasi tipo di scavo, e da posa di apposito nastro con scritta che ne identifichi il servizio, posati all'interno di scavi con sottofondo, rinfianco e ricoprimento del tubo in sabbia, ad una profondità minima di 0,7 m dal piano di calpestio.

La segnalazione del percorso interrato del cavidotto dovrà avvenire a minimo 30 centimenti di profondità.

Il diametro interno del cavidotto dovrà essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Il giunto lineare per tubo corrugato flessibile in polietilene dovrà essere in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile e/o in polietilene ad alta densità per l'esterno ed a bassa densità per l'interno. Il diametro interno di tale componente dovrà essere tale da garantire l'infilaggio del tubo da giuntare.

I tubi dovranno riportare in posizione visibile ed inalterabile:

- Contrassegno del fabbricante;
- Marchio IMQ, CE od equivalente;

Le modalità di posa (scavo e successivo riempimento) dovranno essere conformi a quanto indicato dai regolamenti comunali e rispondenti comunque alle norme CEI vigenti. Lo scavo per il cavidotto interrato da eseguirsi su banchina e/o marciapiede dovrà possedere larghezza minima 30 centimetri e profondità minima 60 centimetri. Lo scavo per il cavidotto interrato da eseguirsi su strada dovrà possedere larghezza minima 50 centimetri e profondità minima 1 metro.

Per le distanze di rispetto e modalità di posa in caso di incroci e parallelismi tra cavi di energia, telecomunicazioni, tubazione metalliche, gasdotti, serbatoi, ferrovie, tramvie, filovie, funicolari terrestri, autostrade, strade statali e provinciali fare riferimento alla Norma CEI 11-17.

Lungo le tubazioni interrate devono essere predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi, dei cambi di direzione, ecc. in modo da facilitarne la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per riparazioni, o ampliamenti.
I pozzetti devono avere dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso. Per cavi unipolari di sezione fino a 95mmq sono sufficienti pozzetti di dimensioni interne 40x40cm in rettifilo e 50x50cm negli angoli. I pozzetti saranno di tipo in cemento prefabbricato o gettato in opera. Al fine di drenare l'acqua dovranno essere presenti dei fori sul fondo del pozzetto. All'interno dei pozzetti, una volta praticati i fori per i tubi e posizionati gli stessi, il punto di innesto dovrà essere opportunamente stuccato con malta di cemento asportando le eventuali eccedenze (il fondo dovrà essere pulito). I chiusini devono essere in ghisa carrabile lamellare UNI EN 124, completi di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri – chiusini ed a forma esclusivamente quadrata. La scelta della classe di portata dovrà essere definita in base al luogo di installazione conformemente al seguente elenco:

- Classe B125: aree verdi e pedonali;
- Classe C250: aree ciclopedonali – marciapiedi – parcheggi – banchine stradali – fascia bordo strada che si estende fino a 0,5 metri sulle corsie di circolazione;
- Classe D400: vie di circolazione escluse dalle fasce di cui sopra.

L'impresa appaltatrice rimarrà responsabile dell'esecuzione dei lavori e del mantenimento delle opere, per un periodo di tre anni dal termine dei medesimi, ovvero dalla data certificata con apposito verbale. Durante il periodo

indicato, l'impresa realizzatrice dovrà provvedere alla sistemazione del taglio ogni qualvolta si verifichi un cedimento parziale o totale. Il ripristino, in caso di cedimento, dovrà essere immediato ed a carico dell'impresa realizzatrice.

Sarà preciso onere della ditta appaltatrice:

- procedere con la necessaria verifica ed individuazione degli impianti e sottoservizi presenti nelle zone di intervento al fine di programmare e gestire la realizzazione dei nuovi cavidotti interrati in modo da non arrecare danno alcuno ad altri impianti esistenti, anche avvalendosi di cartografie e del supporto dei gestori degli impianti e dei sottoservizi. Qualsiasi tipo di danno arrecato a sottoservizi esistenti, e quindi di spesa per il ripristino del medesimo, saranno a carico dell'impresa realizzatrice.
- l'installazione dei nuovi impianti elettrici ad adeguata profondità e distanza dagli impianti e sottoservizi esistenti, provvedendo ove necessario alla protezione addizionale degli impianti e sottoservizi esistenti che creano interferenze, come dettagliato di seguito.
- Realizzare i cavidotti e relativi impianti secondo quanto previsto a capitolato e in ogni caso secondo le prescrizioni, specifiche e linee guida del Comune e dei vari enti gestori degli impianti.

Durante le fasi di escavazione dovranno essere garantite le seguenti misure di sicurezza:

- l'obbligo, durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, di approntare tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti;
- l'obbligo durante le ore notturne della segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sulla sede stradale, che dovrà essere di tipo luminoso, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare;
- l'obbligo di riporto su tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) del nome della Ditta appaltatrice o subappaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico;

L'esecuzione dei lavori non dovrà in generale dare impedimento alla libera circolazione di veicoli e pedoni: nel caso di lavori in prossimità di qualsiasi accesso l'Impresa dovrà, con ragionevole anticipo, comunicare eventuali inagibilità degli stessi a causa dei lavori in corso. In ogni caso dovrà essere disponibile idonea piastra metallica per copertura delle opere di scavo da utilizzarsi in caso di emergenza o nel caso di prolungamento dei lavori per cause di forza maggiore.

3.1.1 Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazione, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto, come di seguito indicato. Gli attraversamenti di ferrovie, tranvie, filovie, strade statali o provinciali devono essere eseguiti come prescritto dalla norma CEI 11-17.

DISTANZE DAI CAVI DI TELECOMUNICAZIONE

Nell'incrocio tra cavi di energia e di telecomunicazione direttamente interrati, la distanza deve essere di almeno 0,3 m; il cavo posto superiormente deve essere protetto per la lunghezza di 1m. La protezione deve essere realizzata con cassetta, oppure in tubo, preferibilmente in acciaio zincato o inossidabile, di spessore almeno 2mm. Ove per giustificati motivi tecnici non sia possibile rispettare la distanza minima di 0,3m la protezione deve essere applicata anche al cavo posto inferiormente. Se uno dei due cavi è posto entro tubazione ed è possibile sostituire il cavo senza effettuare scavi (cavo sfilabile), non è necessario rispettare le prescrizioni di cui sopra.

Nei parallelismi tra cavi di energia e di telecomunicazione, la distanza in pianta deve essere almeno 0,3m. Quando non è possibile rispettare questa distanza, occorre installare una protezione supplementare (tubo o cassetta metallici) sul cavo a quota superiore; se la distanza è inferiore a 0,15m, la protezione va installata su entrambi i cavi.

Cavi di energia e di telecomunicazione possono essere posati in fori separati della medesima polifora, ma devono far capo a pozzetti indipendenti o ad uno stesso pozzetto provvisto di setti separatori.

Se i cavi di energia o di telecomunicazione sono posati entro tubazioni, cavidotti, o cunicoli, non sono richieste particolari distanze di rispetto o protezioni.

Di regola i cavi di energia vengono disposti al di sotto dei cavi di telecomunicazione

DISTANZE DALLE TUBAZIONI METALLICHE DIVERSE DALLE CONDOTTE DEL METANO

Un cavo di energia direttamente interrato, che incrocia una tubazione metallica, deve essere posto ad una distanza di almeno 0,5 m dalla tubazione stessa. Tale distanza può essere ridotta a 0,3m se il cavo, o il tubo metallico, è contenuto in un manufatto di protezione non metallico, oppure se nell'incrocio viene interposto un elemento separatore anch'esso non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo. Le eventuali connessioni sui cavi direttamente interrati devono distare almeno 1m dal punto d'incrocio con la tubazione metallica, a meno che non siano attuate le misure di protezione suindicate. Nei parallelismi, la distanza in pianta tra cavi e tubazioni metalliche, o tra eventuali manufatti di protezione, deve essere almeno 0,3m. Previo accordo fra gli esercenti le condutture, la distanza in pianta tra cavi e tubazioni metalliche può essere minore di 0,3m se la differenza di quota è superiore a 0,5m o se viene interposto tra cavo e tubazione un elemento separatore non metallico.

DISTANZE DALLE CONDOTTE DEL METANO

Le distanze di sicurezza tra tubazioni del metano e tubazioni per cavi elettrici (energia e segnale) non deve essere inferiore a:

- 0,5m per condotte di 4ª e 5ª specie (pressione fra 0,5 e 5 bar)
- alla distanza che consenta di eseguire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati, per le condotte di 6ª e 7ª specie (pressione inferiore a 0,5 bar)

Qualora non sia possibile rispettare le distanze indicate oppure quando si rischia di danneggiare i singoli servizi in caso di intervento occorre collocare la condotta del metano entro un manufatto di protezione.

Nel caso di parallelismi di lunghezza superiore a 150m, il manufatto di protezione deve avere diaframmi di separazione e dispositivi di sfiato verso l'esterno.

Negli incroci il manufatto di protezione deve essere prolungato da entrambi i lati dell'incrocio per almeno un metro per la condotta del metano soprastante alla linea elettrica, per almeno tre metri per la condotta del metano sottostante alla linea elettrica. Tale prolungamento va misurato a partire dal piano verticale tangente alle pareti esterne del cunicolo in cui sono posti i cavi. In ogni caso, le tubazioni o i manufatti protettivi della condotta del metano e della linea elettrica non devono toccarsi.

3.1.2 Descrizione delle operazioni necessarie per l'installazione interrata di un cavo

La maggior parte delle operazioni di installazione può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

- ispezione del tracciato;

- analisi del suolo;

- scavo della trincea;

- posa del cavo;

- riempimento della trincea.

Ispezione del tracciato

L'ispezione del tracciato permette di valutare e decidere quale metodo di installazione è il più indicato per quella particolare zona, quali attrezzature è possibile utilizzare (il macchinario per lo scavo, gli argani per il tiro), il posizionamento degli eventuali tubi per gli attraversamenti stradali e l'impiego di altre attrezzature da cantiere.

Prima di definire il tracciato del collegamento è necessario verificare che la presenza del nuovo cavo non comporti degli aumenti di temperatura ambiente eccessivi su eventuali cavi già posati, tali da portare la loro temperatura in esercizio oltre i valori massimi consentiti dalle norme.

Analisi del suolo

È spesso necessario eseguire degli scavi di prova per stabilire con maggior dettaglio il tracciato definitivo del cavidotto.

Le perforazioni possono indicare la posizione di altri servizi presenti nel sottosuolo e quindi permettono di decidere se è possibile adottare delle curvature con angoli più ampi così da diminuire gli sforzi di tiro nel caso di posa di cavi molto lunghi.

Gli scavi, inoltre, forniscono informazioni sulla natura del suolo per le successive attività di scavo e sulla eventuale presenza di agenti aggressivi che potrebbero richiedere la presenza di protezione anticorrosiva sul cavo.

Ancora, qualunque anomalia che possa aumentare, localmente, il valore della resistività termica del suolo e, quindi, inficiare la portata del cavo deve essere tenuto in considerazione, così come la presenza di possibili suoli con problemi di cedimenti e instabilità.

Scavo della trincea

Nel corso degli scavi è necessario assicurarsi che eventuali canalizzazioni non vengano ostruite. Il materiale di risulta dello scavo deve essere posizionato ad una adeguata distanza dallo scavo, in modo da non costituire un pericolo per gli operatori, il pubblico ed il cavo stesso. Nel caso il terreno non debba essere riutilizzato per il successivo riempimento della trincea, dovrà essere trasportato in discarica.

Al termine dello scavo, il fondo della trincea deve essere ispezionato per verificare la mancanza di pietre o altre irregolarità in grado di danneggiare la guaina del cavo durante il suo stendimento.

Lo scavo dovrebbe avere, alla quota di installazione, una dimensione maggiore di almeno 0,30 m della larghezza del fascio di cavi.

Gli scavi possono essere eseguiti, ove ragioni particolari non lo vietino, con pareti a scarpata o con muri in calcestruzzo laterali se è necessario al fine di evitare smottamenti o frane durante l'esecuzione dei lavori.

Nel caso in cui per ottenere la profondità di installazione debba essere riportata della terra, essa sarà ben compattata.

Prima di procedere alla posa dei cavi e dei conduttori di terra, sul fondo dello scavo sarà fatto il letto di posa sia per gli scavi sia per i cunicoli con o senza fondo, ben livellato e dello spessore di 0,10 m ottenuto con sabbia pulita di cava o di fiume oppure con terra eventualmente prelevata dalla bocca dello scavo, vagliata mediante crivello avente le maglie non superiori a 5 mm.

Gli escavatori di dimensioni ridotte sono il macchinario più comunemente utilizzato, in ambito urbano, coadiuvato dalla presenza di operai per lo scavo a mano, nel caso di trincee a cielo aperto.

Le modalità di coesistenza (incroci e parallelismi) dei cavi di energia tra di loro e con altri sevizi quali sistemi di telecomunicazione e tubazioni sono indicate nell'art. 6 della Norma CEI 11-17.

I cavi non saranno posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura. Qualora non fosse possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, saranno adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo e non i cavi per non elevarne la temperatura di esercizio.

Prima di procedere all'infilaggio dei cavi, i tubi saranno controllati per accertare che siano lisci e non vi siano al loro interno corpi estranei, acqua e sbavature.

Se sarà necessario i tubi saranno soffiati o passati con tampone o con uno scovolo.

Per facilitare l'infilaggio dei cavi nei tubi potrà essere impiegato del talco; la vaselina neutra potrà essere impiegata solo per l'infilaggio di cavi con guaina esterna in Piombo.

L'infilaggio avverrà con la presenza di operatori in corrispondenza dell'ingresso, dei pozzetti o camerette rompitratta e dell'uscita, questo per assicurare il buon procedimento dell'operazione.

La posizione dei cavi nelle camerette o pozzetti sarà tale da intralciare il meno possibile i successivi ampliamenti.

Il diametro interno dei tubi sarà 1,4 volte maggiore del diametro della circonferenza circoscrivibile al fascio dei cavi da infilare.

L'impiego di tubi con diametro interno molto maggiore di quello sopra indicato può comportare, per tratti lunghi, il declassamento termico del cavo.

Più tubi affiancati saranno fra loro paralleli.

Posa del cavo

Si riportano di seguito alcune raccomandazioni da applicare nel corso delle operazioni di posa di un cavo e riguardanti la temperatura, il raggio di curvatura e gli sforzi meccanici. I limiti per tali parametri sono desunti dalla Norma CEI 11-17.

- la temperatura di posa: durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, la loro temperatura (per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati) non deve essere inferiore ai seguenti valori:
    - per i cavi aventi isolamento o guaina in PVC la temperatura minima ammessa è pari a 0°C,
    - per quelli con isolamento o rivestimento protettivo a base di polietilene il limite è di –25 °C.

  Questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente. Se quindi i cavi sono rimasti a lungo a bassa temperatura occorre che essi siano fatti stazionare in ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 0°C (o a –25 °C per cavi con guaina in polietilene) per un congruo numero di ore e posati entro un tempo tale che la temperatura della guaina non scenda al di sotto di detto valore.
- il raggio di curvatura del cavo: i cavi possono essere danneggiati nel caso in cui vengano sottoposti a piegature con un raggio di piegatura non adeguato. Esistono pertanto delle relazioni tra la costituzione del cavo (in termini di materiali e geometria) ed il minimo raggio di piegatura ammissibile.

  È buona regola, comunque, mantenersi, quando possibile, ben al di sopra del raggio minimo, diminuendo così il rischio di danneggiare il cavo soprattutto in prossimità di curvature e posa in tubi. I raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere inferiori a:
    - 30 D per i cavi sotto guaina di alluminio, con o senza altri tipi di rivestimento metallico;
    - 16 D cavi senza guaina di alluminio, sotto guaina di piombo, con o senza altri tipi di rivestimento metallico;
    - 14 D cavi senza guaina di alluminio o di piombo, ma dotati di altro rivestimento metallico quale armatura, conduttore concentrico, schermatura a fili o nastri (inclusi i nastri sottili longitudinali placcati o saldati);
    - 12 D cavi senza alcun rivestimento metallico.

      dove D è il diametro esterno del cavo (nel caso dei cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior diametro).

  I raggi di curvatura sopra indicati possono essere ridotti per arrivare fino alla metà del valore, nel caso di posa in condizioni favorevoli, per cui si verificano simultaneamente le seguenti condizioni:
    - curvatura finale eseguita su sede sagomata o rulli;
    - temperatura non inferiore a 15 °C;
    - piegatura singola (es. in prossimità di un terminale).

- le sollecitazioni meccaniche subite dal cavo: è pratica comune effettuare il tiro durante la posa mediante calza di acciaio applicata sulla guaina esterna.

  Ciò è tollerabile per sollecitazioni modeste: per valori più elevati, il tiro deve essere applicato al solo conduttore, per il quale esistono dei precisi limiti a seconda che il conduttore stesso sia di rame o di alluminio.

  Se il cavo è provvisto di un'armatura, a fili o piattine, necessaria quando il previsto sforzo di tiro supera il valore sopportabile dai conduttori, come sopra indicato, la forza di tiro va applicata all'insieme dei conduttori e dell'armatura, ma non deve superare del 25 % le sollecitazioni ammissibili sui conduttori.

  Il cavo dovrebbe essere possibilmente tirato in un'unica e continua operazione poiché, a seguito delle fermate esso si assesta tra i rulli o, comunque lungo il tracciato, e ciò può causare, alla ripresa delle attività, aumenti di tiro per gli operatori o l'argano. Nel caso di posa di lunghe pezzature, l'operatore all'argano dovrebbe sempre essere in comunicazione con il resto della squadra dislocata lungo il percorso.

  Il posizionamento della bobina dovrebbe essere fatto in modo che la parte più rettilinea del tracciato sia vicina all'argano di tiro, mentre la parte maggiormente caratterizzata da curve sia in prossimità della bobina.

  Nel corso della posa del cavo è opportuno limitare la velocità di svolgimento (a valori dell'ordine di 5 – 10 m/min). Nel caso di posa del cavo in lunghe tubazioni, per diminuire l'attrito è consentito l'utilizzo di emulsione di acqua e polvere di sapone o grafite o altri prodotti lubrificanti compatibili con la guaina mentre è sconsigliato l'impiego di materiali (grasso) che potrebbero intaccare la guaina stessa, danneggiandola.

  Lungo il tracciato di posa, ed in particolare nei cambi di direzione, deve essere dislocato del personale per controllare il regolare avanzamento del cavo e per segnalare, tempestivamente, eventuali anomalie.

  Al termine delle operazioni di posa, è necessario applicare alle estremità del cavo una calotta di materiale termorestringente per evitare l'ingresso dell'umidità. Tale calotta deve essere rimossa immediatamente prima dell'esecuzione di una giunzione o di una terminazione.

  Per quanto possibile, i cavi appartenenti a livelli di tensione diversi saranno tenuti separati ed installati in modo da risultare distinguibili gli uni dagli altri.

  I cavi aerei saranno posati su passerelle diverse; i cavi interrati saranno posati inserendo tra loro un setto separatore (es. mattoni posati a coltello) oppure saranno tenuti distanti almeno 0,30 m.

  In ogni caso saranno prese precauzioni per evitare, nei limiti del possibile, che eventuali guasti a un cavo o ai suoi accessori possano danneggiare altri cavi.

<u>Riempimento della trincea</u>

Prima di procedere con il riempimento della trincea, è necessario eseguire un controllo visivo dell'intero tracciato verificando:

- il corretto posizionamento del cavo sul letto della trincea;
- che la spaziatura sia corretta ed uniforme nel caso di più cavi posati nella stessa trincea;
- che all'ingresso dei tubi il cavo sia correttamente sostenuto e che i tubi siano sigillati per prevenire l'ingresso di acqua o animali;
- la mancanza di danneggiamenti al cavo.

Nel caso in cui l'ispezione visiva identifichi dei punti danneggiati, è opportuno accertare la natura e la gravità del danneggiamento (scalfittura superficiale della guaina esterna ovvero lacerazione passante, ecc). La riparazione deve essere eseguita da personale specializzato e con materiali adatti allo scopo.

I cavi devono quindi essere ricoperti da strati successivi di spessore di circa 30 cm, di sabbia o terreno vagliato che deve essere compattato utilizzando un apposito motocostipatore o attrezzatura equivalente.

Sarà posta sullo strato di copertura una segnalazione di presenza dei cavi in relazione al tipo di cavo.

La segnalazione, quando prevista, sarà realizzata con nastri in plastica appositamente studiati con colori e scritte o con sistemi analoghi.

La protezione meccanica per gli scavi sarà costituita da beole prefabbricate o da mattoni.

Dopo aver realizzato la protezione dai danneggiamenti meccanici o la segnalazione di presenza dei cavi lo scavo sarà riempito con terreno privo di ciottoli ed altri eventuali corpi estranei e ben compattato.

3.1.3 Requisiti e criteri aggiuntivi per la posa di cavi in passerelle o canalette

Il seguente paragrafo illustra le prescrizioni aggiuntive rispetto a quanto indicato nei paragrafi precedenti relativamente alla posa di cavi in passerelle o canalette

I cavi saranno posati diritti e non sottoposti a sforzi di torsione in modo che si appoggino omogeneamente sui supporti.

Durante la posa, i cavi, nei percorsi principali saranno legati provvisoriamente per evitare che si accavallino.

Tutte le passerelle, le canalette, le mensole, le staffe ed ogni loro accessorio, saranno in materiale tale da non costituire pericolo d'innesco o di propagazione d'incendi, stabile ed inerte e resistente alla corrosione o adeguatamente trattato contro la corrosione dovuta all'ambiente di installazione.

Le passerelle devono avere una adeguata resistenza meccanica alla flessione dovuta al peso dei cavi in accordo alla interdistanza dei punti di sostegno.

I punti di sostegno sia delle passerelle o canalette sia dei singoli cavi saranno in quantità ed esecuzione adeguate al carico e alle sollecitazioni previste.

Quando risulta necessario, lungo il percorso saranno messi giunti di dilatazione.

I morsetti a cavallotto, le gaffette o le fascette impiegate per il fissaggio definitivo, saranno dimensionate in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del cavo, inoltre esse saranno installate in posizione tale da evitare eccessivi sforzi di trazione sui morsetti terminali dei singoli conduttori durante tali sollecitazioni.

Le passerelle e le canalette aperte sovrapposte saranno tenute ad una opportuna distanza tra loro, dipendente dalla larghezza delle stesse.

Quando posati orizzontali su passerelle o canalette, i cavi saranno fissati ad ogni cambio di direzione del percorso cavi, ad intervalli prestabiliti (per esempio non superiori a 10 m), all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.

Quando posati su passerelle, o canalette, verticali o comunque inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, i cavi saranno fissati all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato, ad ogni cambio di direzione del percorso cavi, ad intervalli regolari (per esempio non superiori a 1,0 m).

Sui percorsi principali dei cavi che non hanno particolari requisiti di non propagazione dell'incendio, raggruppati in passerelle, canalette aperte e cunicoli non riempiti saranno adottati i provvedimenti per prevenire la propagazione degli incendi in senso longitudinale.

Barriere tagliafiamma saranno previste in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano i compartimenti antincendio.

Le barriere avranno caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

3.1.4 Attrezzature di posa

L'affidabilità del cavo in esercizio dipende, oltre che dalla qualità del materiale fornito, anche dalle sollecitazioni che lo stesso subisce durante la messa in opera.

I cavi devono quindi essere posati usando appropriate apparecchiature di tiro che garantiscano una uniforme distribuzione dello sforzo di tiro sui conduttori del cavo. Durante le operazioni di posa, lo sforzo di tiro deve essere continuamente monitorato per assicurare che i valori massimi non siano superati.

La valutazione dello sforzo di tiro (in rettilineo) viene fatta tenendo in considerazione il peso del cavo, la lunghezza del percorso ed il coefficiente di attrito tra il cavo ed i rulli di scorrimento.

Il tiro *'T'* nei tratti rettilinei può pertanto essere calcolato con la seguente formula:

$T = P \times F \times L$

dove:

P = peso del cavo in kg/m;

L = lunghezza della tratta di posa in m;

F = coefficiente d'attrito che cautelativamente può essere assunto uguale a 0,5.

La presenza delle curve corrisponde ad un aumento della 'lunghezza equivalente' del percorso. In ogni caso lo sforzo di tiro non deve essere superiore al valore riportato al paragrafo successivo.

Oltre ai limiti sul tiro, è inoltre importante verificare che anche il valore della pressione esercitata sulla guaina esterna del cavo, in corrispondenza delle curvature imposte dal tracciato, sia minore di quella massima ammissibile; ciò per evitare che la superficie esterna del cavo diventi piatta e finisca per danneggiare anche gli strati sottostanti (schermo ed isolamento).

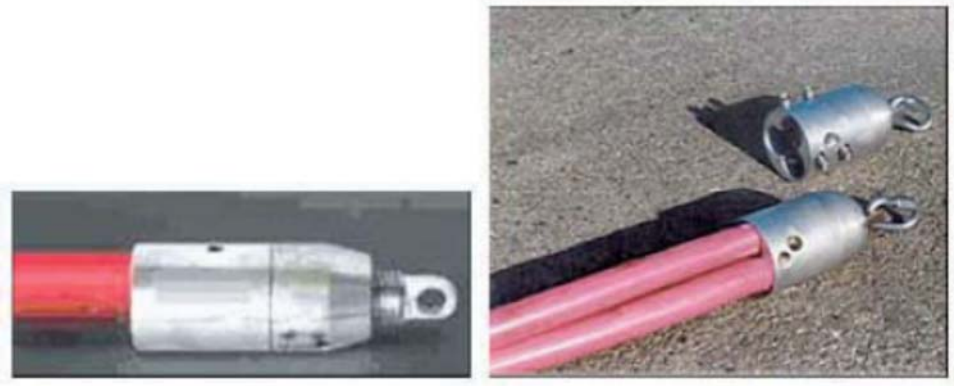
La pressione radiale viene valutata tenendo in considerazione il raggio di curvatura, lo sforzo di tiro nel punto di curvatura e la distanza di posizionamento dei rulli lungo la curva.

Oltre al monitoraggio della forza di tiro, è di fondamentale importanza anche l'utilizzo di idonee attrezzature per la posa: di seguito vengono illustrate quelle più comunemente utilizzate.

Posa con testa di tiro

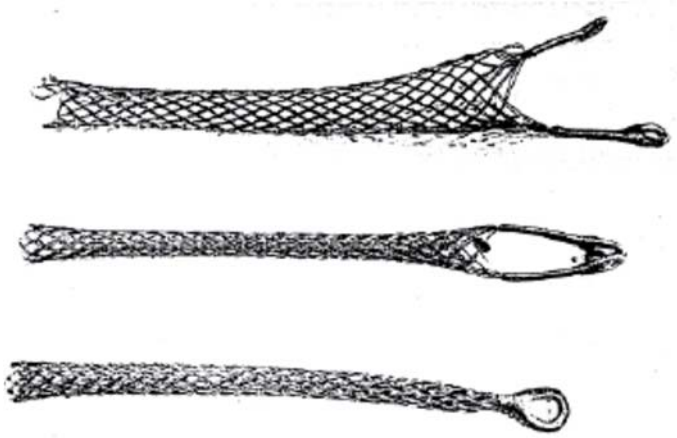
Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non vanno applicati ai rivestimenti protettivi, bensì ai conduttori, per i quali si raccomanda di non superare le seguenti sollecitazioni:

- per cavi con conduttore di rame: 60 N/mmq
- per cavi con conduttore di alluminio: 50 N/mmq



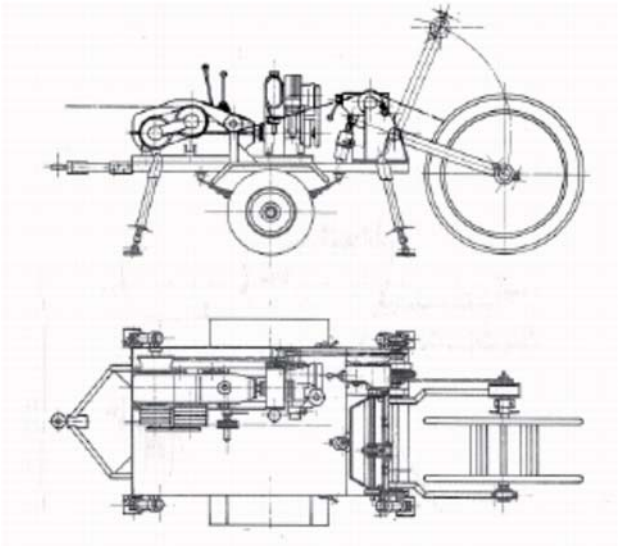
Posa con calza di tiro

Quando il cavo è posato mediante una calza di tiro, bisogna tener presente che lo sforzo di tiro è trasmesso al cavo attraverso un contatto a frizione tra la calza e la guaina esterna del cavo. Per questo motivo, alla fine delle operazioni di posa, la parte di cavo sotto la calza deve essere asportata. Un controllo visivo della restante parte della guaina del cavo non deve evidenziare alcun danno alla guaina stessa: in caso contrario la parte danneggiata deve essere rimossa. Si ammettono le sollecitazioni massime riportate nel precedente paragrafo ma con un limite superiore di 10 kN.



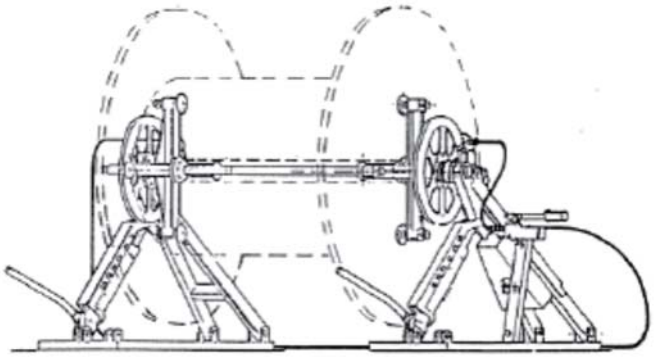
Argano con trasmissione idraulica

È una macchina di tiro di tipo carrellato con trasmissione idraulica e freno ad intervento automatico, dinamometro idraulico con impostazione e controllo del tiro e riavvolgitore per fune di traino.



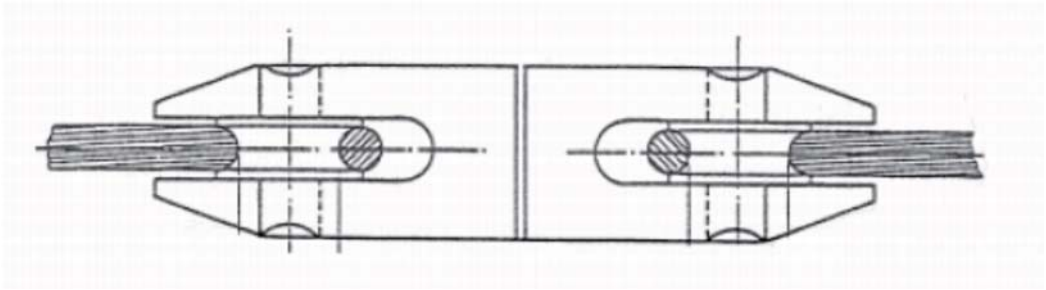
Cavalletto alzabobine

È un attrezzo di sollevamento bobine con comando idraulico dotato di freni a disco, con comando meccanico per il controllo della rotazione della bobina durante lo svolgimento del cavo tirato dall'argano.



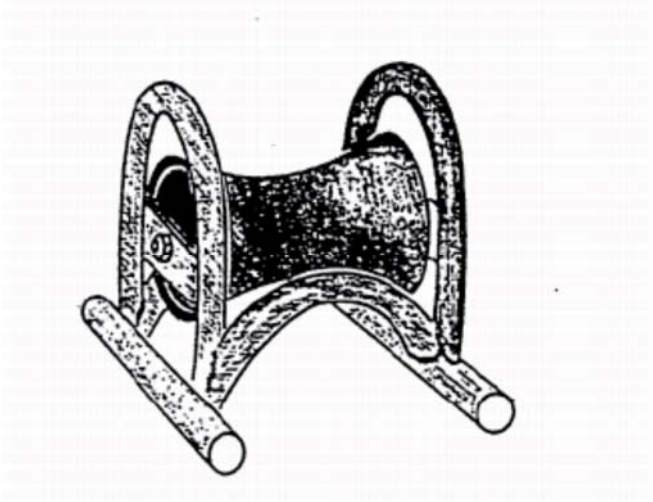
Giunto a snodo

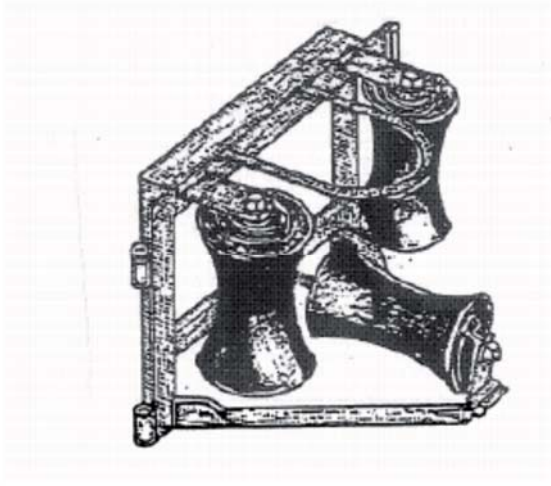
Giunto snodato (con cuscinetto reggispinta) da inserire fra la fune di tiro dell'argano e il dispositivo di ancoraggio di testa del cavo da posare: permette di evitare che in fase di posa si trasmetta al cavo la sollecitazione a torsione che si sviluppa nella fune di tiro.



Rullo posacavi

Rullo munito di supporto da appoggiare sul fondo dello scavo, utilizzato per far scorrere i cavi nei tratti rettilinei durante la loro posa; esiste anche la versione costituita da più rulli (uno orizzontale e due verticali) da utilizzare in corrispondenza delle curve. Il corretto posizionamento è fondamentale per ridurre la componente del tiro che dipende dall'attrito. La distanza tra due rulli successivi, in rettifilo è dell'ordine dei 2 – 5 m (i valori più bassi valgono per i cavi più pesanti), mentre in curva è di 40 cm circa, sempre rispettando il minimo raggio di curvatura.





Esistono inoltre particolari rulliere (nella foto una rulliera posacavi per curve, con imbocco metallico per tubiera) e guide (nella foto un imbocco per pozzetti), da utilizzare per la posa dei cavi in tratti costituiti da particolari geometrie.

3.1.5 Prove dopo posa

Allo scopo di verificare che il cavo non sia stato danneggiato durante le operazioni di posa e che il montaggio degli accessori sia stato eseguito correttamente, senza macroscopici errori, prima della messa in servizio della linea in cavo, questa deve essere sottoposta alla cosiddetta prova elettrica 'dopo posa'.

La prova deve essere eseguita con tensione continua, applicata per 15 min tra ciascun conduttore e gli altri collegati all'eventuale schermo o rivestimento metallico ed a terra.

Il valore della tensione continua di prova, in kV, deve essere:

- 2,5 (Uo + U) per cavi isolati in carta impregnata a campo non radiale;
- 4 Uo per i cavi isolati in carta impregnata a campo radiale;
- 4 Uo per i cavi con isolante estruso.

Nel corso degli ultimi anni, a causa del sempre più generalizzato impiego dei cavi estrusi, per i quali le prove di tensione con forme d'onda di tipo alternata sono da preferire rispetto a quella continua, sono stati sviluppati idonei generatori di tensione con forma sinusoidale a bassa frequenza. Per questo motivo, la Norma CEI 11-17 prevede che, previo accordo tra committente e fornitore, la prova possa essere eseguita con tensione alternata anziché continua. In tal caso la prova può essere eseguita alternativamente con uno dei metodi

sottoindicati:

- prova alla frequenza di rete applicando la tensione di esercizio trifase del sistema per la durata di 24 ore;
- prova alla tensione di 3 *U*o (efficaci) ed alla frequenza di 0,1 Hz applicata tra conduttore e lo schermo metallico per la durata di 15 min.

Metodi di prova alternativi (onde oscillanti smorzate, tensione a frequenza variabile, ecc.) possono essere utilizzati previo accordo tra acquirente e fornitore.

Nel corso della prova dopo posa devono essere prese tutte le precauzioni in termini di sicurezza, per evitare il possibile contatto di persone o cose con le parti in tensione. Inoltre, nel caso di prova con tensione continua è assolutamente importante, al termine della prova, scaricare il cavo con opportuno fioretto e collegarlo a terra per permettere l'evacuazione della carica elettrica accumulata.

3.1.6 Stoccaggio, movimentazione e trasporto

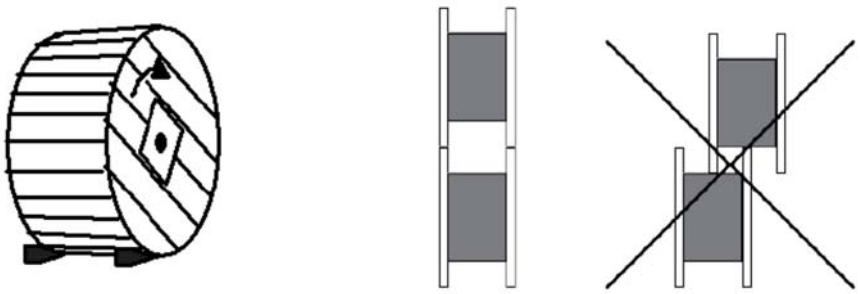
I cavi devono essere opportunamente protetti durante le fasi di stoccaggio, movimentazione, trasporto e manipolazione, per evitare che essi possano essere danneggiati.

Stoccaggio

Per un corretto stoccaggio si raccomandano gli accorgimenti di seguito descritti:

- sigillare le estremità dei cavi per evitare la penetrazione dell'umidità;
- fissare le estremità dei cavi alla bobina evitando possibili danni provocati da chiodi e graffette;
- 'chiudere' le bobine (per esempio mediante dogatura) per evitare il danneggiamento dei cavi nel corso delle movimentazioni;
- scegliere un'area di stoccaggio riservata per evitare danneggiamenti da traffico, furti e vandalismi, contaminazione con prodotti chimici, ecc.

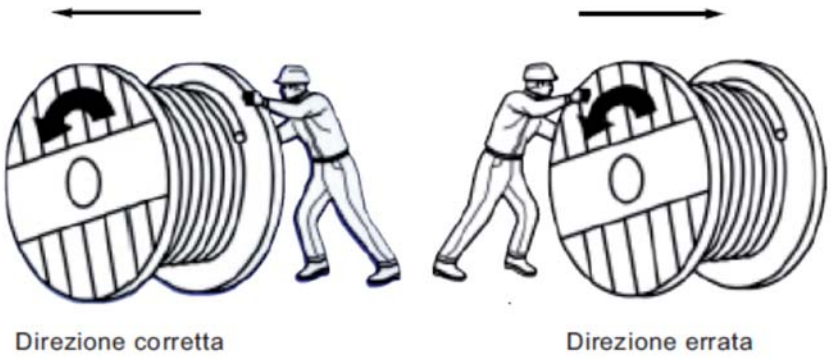
In particolare per quanto riguarda le bobine dei cavi MT, queste devono essere sempre stoccate con le flange verticali, bloccandone il possibile movimento mediante opportuni cunei posizionati sui due lati di entrambe le flange.



Movimentazione e Trasporto

I cavi devono sempre essere mantenuti sulle bobine durante il magazzinaggio e l'installazione. Anche durante il trasporto, le bobine devono essere mantenute con l'asse in posizione orizzontale.

Limitatamente a brevi distanze e su terreni piani e privi di ostacoli, le bobine possono essere ruotate a mano, avendo cura di eseguire tale operazione nella direzione mostrata dalla freccia riportata sulle flange. Procedendo nel verso opposto, infatti, si provoca l'allentamento degli strati interni di cavo.



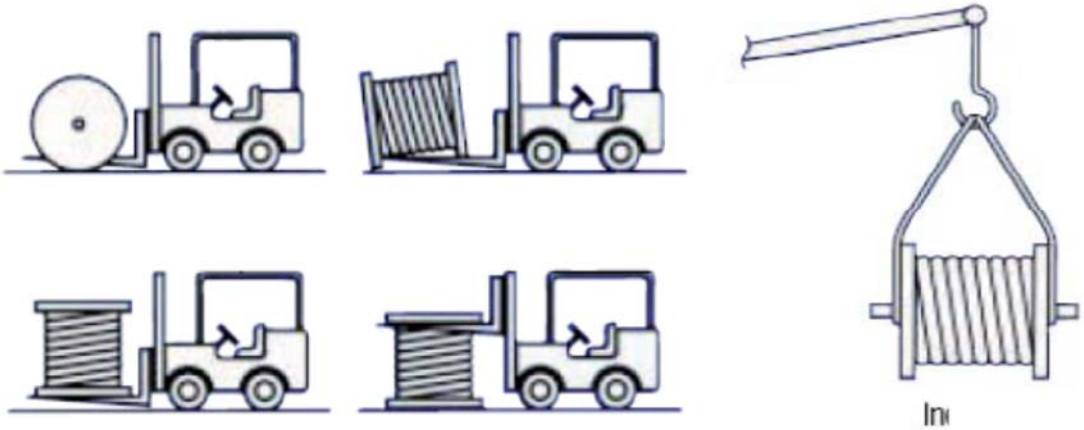
Per il carico e lo scarico delle bobine è necessario l'uso di idonee attrezzature quali:

- carrelli elevatori a forche;
- gru.

Il corretto posizionamento delle bobine è illustrato di seguito.

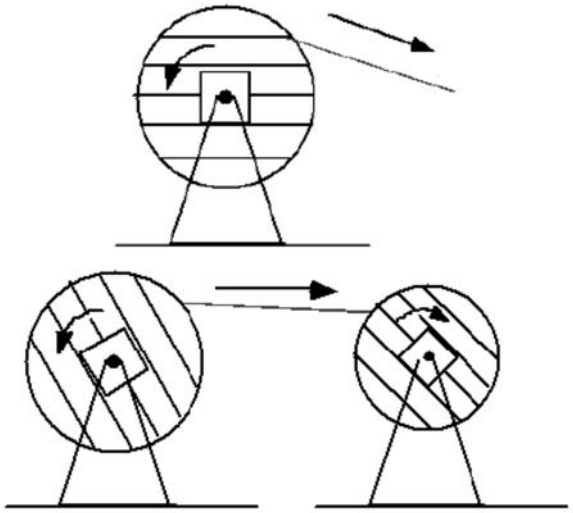
Esempi di corretta movimentazione mediante carrello elevatore e gru

Applicando tali accorgimenti, si evitano i possibili danneggiamenti al cavo o alle bobine che invece si arrecano inevitabilmente con le modalità illustrate di seguito.

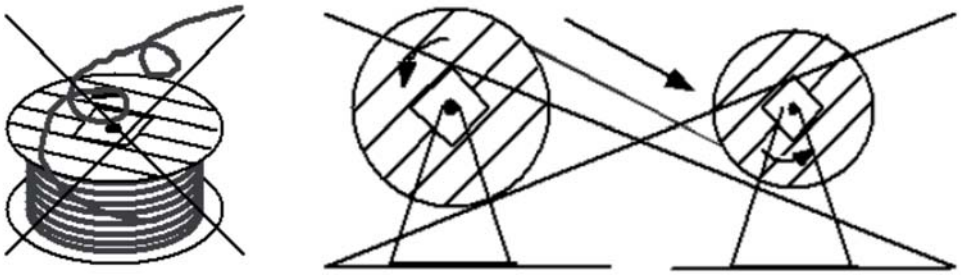


Esempi di non corretta movimentazione delle bobine

Infine, con riferimento alle operazioni di avvolgimento e svolgimento dei cavi su e da una bobina, le figure seguenti riportano le corrette modalità operative e le modalità da evitare.



Corrette modalità di svolgimento e avvolgimento



Modalità di svolgimento e riavvolgimento da evitare

3.2 Sistemi di tubi protettivi per distribuzione energia e segnali

3.2.1 Criteri generali di installazione

- installare gli opportuni raccordi di giunzione e guarnizioni per ottenere il grado di protezione richiesto e la continuità elettrica per realizzare il conduttore di protezione (se previsto dal costruttore per le tubazioni metalliche);
- seguire un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali ed accavallamenti;
- realizzare nei percorsi orizzontali esterni una pendenza in grado di consentire lo scarico della condensa;
- adottare gli opportuni accorgimenti in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle strutture (collegamenti flessibili o doppi manicotti);
- eseguire i collegamenti elettrici con le macchine che possono produrre vibrazioni con tubazioni flessibili in PVC o in acciaio con guaina in calza di acciaio;
- evitare di transitare con le tubazioni in prossimità di sorgenti di calore ad elevata temperatura e di condutture di distribuzione di gas;
- evitare di eseguire ancoraggi a tubazioni o canali non appartenenti all'impianto elettrico o comunque ad elementi di altre installazioni impiantistiche;
- ancorare alle strutture le tubazioni nei tratti in vista a mezzo di collari o supporti fissatubo a scatto fissati con tasselli ad espansione, idonei a sopportare il peso delle tubazioni e dei cavi elettrici in esse contenuti in accordo alle istruzioni di montaggio del costruttore (distanze massime elementi di fissaggio, carichi statici, sforzi di trazione, sforzi di torsione, ecc.) e comunque mantenendo una interdistanza massima di 100cm tra gli elementi di fissaggio con un minimo di n.2 fissaggi per ogni tratta e per ogni variazione di direzione sia per i tratti orizzontali sia per i tratti verticali;
- non utilizzare vani ascensori e montacarichi per la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non siano appartenenti agli impianti degli ascensori o dei montacarichi stessi;
- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti in modo da permettere lo sfilaggio ed il reinfilaggio dei cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi oppure i tubi;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti;

- posizionare le tubazioni in modo da garantire la completa accessibilità ed ispezionabilità per montaggio, smontaggio, sostituzione e manutenzione;
- ripristinare la compartimentazione REI nell'attraversamento di una parete di un compartimento REI mediante idonee barriere antifiamma per il riempimento degli interstizi tra la parete e le tubazioni;
- non utilizzare tubazioni aventi un diametro inferiore a 25mm. Tuttavia, è ammesso l'utilizzo di tubazioni di diametro inferiore solo per collegamenti terminali di energia e segnale alle singole apparecchiature elettriche o elettroniche e comunque con diametro minimo di 20mm;
- utilizzare tubazioni almeno della serie media (resistenza allo schiacciamento) per la posa a vista e per la posa incassata a parete/pavimento/soffitto;
- garantire per le tubazioni metalliche la continuità elettrica delle stesse;
- tutte le tubazioni dovranno essere munite di cartellonistica di segnalazione relativa ai servizi in esse contenuti;
- le tubazioni previste vuote dovranno possedere al loro interno un filo guida di materiale non ossidabile o deteriorabile per consentire in un futuro un agevole inserimento di cavi.

3.2.2 Colori distintivi

In relazione alla tipologia di impianti le tubazioni corrugate dovranno essere:

- di colore nero: per impianti elettrici e di automazione;
- di colore verde: per impianti telefonico, dati e TV;
- di colore blu: per impianti citofonico, videocitofonico e audio/video;
- di colore marrone: per impianti antintrusione, soccorso ed allarmi tecnici.

3.2.3 Criteri di posa particolari per impianti incassati

- utilizzare uno solo dei due alveoli di cui sono dotati i mattoni delle tramezze;
- limitare la larghezza delle scanalature nelle pareti al diametro della tubazione da incassare più lo spazio strettamente indispensabile per un agevole riempimento;
- limitare le scanalature orizzontali che possono indebolire le pareti;
- distanziare le scanalature di almeno 1,5 m;
- effettuare le scanalature ad almeno 20 cm dall'intersezione di due pareti.

3.2.4 Criteri di posa in relazione ai cavi elettrici

- installare in modo da garantire un'agevole infilabilità e sfilabilità dei cavi elettrici attraverso la lisciatura delle estremità per evitare danneggiamento ai cavi elettrici durante le operazioni di infilaggio o sfilaggio e predisponendo
- installare nelle tubazioni vuote un filo pilota in materiale non soggetto ad ossidazione (nylon);
- utilizzare curve ad ampio raggio rispettando i raggi minimi di curvatura dei cavi elettrici contenuti all'interno delle tubazioni;
- posare all'interno delle tubazioni cavi elettrici con tensione di isolamento maggiore o uguale a quella dei circuiti a tensione nominale più elevata.

3.3 Cassette di derivazione

Le scatole di derivazione dovranno essere utilizzate per:

- l'esecuzione di giunzioni o derivazioni;

- realizzare i collegamenti elettrici di energia e segnale alle apparecchiature elettriche ed elettroniche;
- agevolare l'infilaggio dei cavi elettrici nelle tubazioni secondo queste indicazioni:
    - cambiamenti di direzione del percorso;
    - ogni due curve;
    - ogni 15 m nei tratti rettilinei;
    - all'ingresso di ogni locale alimentato;
    - in corrispondenza di ogni apparecchio di illuminazione;
    - in corrispondenza di ogni derivazione;
    - in corrispondenza di ogni giunzione di cavi che si renda necessaria.

3.3.1 Prescrizioni generali

- non posare nella stessa scatola di derivazione cavi elettrici appartenenti a differenti servizi o sorgenti di energia e comunque dovranno essere osservate le prescrizioni riportate per le tubazioni;
- disporre i cavi elettrici ordinatamente nelle scatole di derivazione con un minimo di ricchezza;
- posare le tubazioni a filo interno delle scatole di derivazione con la cura di lisciare gli spigoli onde evitare il danneggiamento delle guaine dei cavi elettrici nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio;
- per gli impianti a vista eseguire i raccordi con le tubazioni tramite imbocchi in pressofusione e/o plastici;
- per gli impianti a vista fissare esclusivamente le scatole di derivazione alle strutture murarie tramite tasselli ad espansione (minimo 2 per ogni scatola);
- per gli impianti eseguiti ad incasso installare le scatole di derivazione a filo del rivestimento esterno e dotarle di coperchio "a perdere"; montare i coperchi definitivi ad ultimazione degli interventi murari di finitura;
- contrassegnare le scatole di derivazione con scritte o colorazioni indelebili sul coperchio in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

3.4 Cavi elettrici

L'Appaltatore dovrà eseguire la posa dei cavi rispettando le seguenti indicazioni:

- rispetto delle istruzioni di posa del costruttore;
- installazione entro i letti di posa predisposti;
- la sezione dei conduttori delle linee deve rimanere invariata per tutta la loro lunghezza;
- la temperatura ambiente dovrà essere superiore a quella minima indicata dal produttore;
- la curvatura minima dei cavi non dovrà essere inferiore a quanto stabilito dalle tabelle UNEL e dal costruttore. In particolare, la guida DEI 20-67 indica i seguenti raggi minimi di curvatura, riferiti al diametro esterno D dei cavi:
    - cavi senza protezione meccanica (corda flessibile): 4D
    - cavi con schermatura metallica: 8D
    - cavi con armatura metallica: 14D
    - cavi resistenti al fuoco: 14D

Il raggio minimo di curvatura suindicato può essere anche ridotto su precisa indicazione del costruttore del cavo stesso.

- nell'infilare i conduttori entro tubi si deve fare attenzione ad evitare torsioni o eliche che ne impedirebbero lo sfilamento. Durante l'infilaggio dei cavi, la forza di tiro deve essere esercitata sui conduttori e non sull'isolante del cavo; inoltre, per evitare di danneggiare il cavo, è opportuno che non superi 60 N/mmq (con riferimento alla sezione totale dei conduttori in rame).
- dovranno essere da evitare qualsiasi ammaccatura, rigatura od altri danneggiamenti alla guaina esterna dei cavi;
- ogni estremo dei cavi dovrà essere protetto da possibili infiltrazioni mediante adeguati cappucci isolati;
- i cavi devono essere installati:
    - in tubazioni interrate di grande diametro e dovrà essere sigillato l'ingresso con riempitivi oppure in tubazioni a vista o incassate a parete/pavimento o entro pareti vuote o contropareti;
    - in canaline o passerelle orizzontali; i cavi dovranno essere posati in modo ordinato;
    - in canaline o passerelle o scale portacavi verticali; i cavi dovranno essere fissati alle canaline o passerelle o scale con collari atti a sostenerne il peso. I collari dovranno essere installati ogni metro di lunghezza del cavo oppure di più cavi se appartenenti alla stessa linea
- in nessun caso il cavo dovrà essere direttamente a contatto con parti in muratura o cemento ma dovrà essere protetto da apposito tubo;
- la posa dei cavi in trincea dovrà avvenire manualmente, nel caso di utilizzo di argano od altro mezzo meccanico occorrerà l'autorizzazione scritta della Direzione Lavori ed utilizzando un apposito dinamometro che controlli l'intensità del tiro;
- nell'incrocio con altri cavi e/o condutture bisognerà rispettare le distanze minime e le protezioni del caso;
- evitando di separare in cavi unipolari appartenenti allo stesso circuito in tubazioni o scomparti o canaline/passerelle differenti;
- utilizzo di fascette di ancoraggio nei tratti verticali;
- installazione di idonei capicorda sulle terminazioni;
- contrassegnando i cavi in canalina/passerella ogni 20 m ed entro le cassette di derivazione con targhetta in PVC fissata con collare plastico, indicante il tipo di impianto o servizio ed il numero riferito ad un elenco cavi in modo da individuare il servizio a cui appartengono;
- per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici o cassette di derivazione la siglatura dovrà essere eseguita come segue:
    - siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;
    - siglatura della fase (L1-L2-L3-N), sul singolo conduttore e sul morsetto;
- evitando giunzioni dei cavi tranne per i tratti di lunghezza maggiore delle pezzature standard di commercio;
- le giunzioni dei cavi dovranno essere effettuate solamente nelle cassette di derivazione e con appositi morsetti di sezione adeguata; non sono ammesse giunzioni nelle canaline e passerelle portacavi;
- le giunzioni dovranno essere realizzate con muffole ad isolamento in resina acrilica (comprese nel prezzo unitario);
- installazione tale da garantire la completa accessibilità per manutenzione e sostituzione;

- installazione tale da evitare nel servizio ordinario mutue influenze (termiche, elettromagnetiche, meccaniche, ecc.) con altre apparecchiature elettriche ed elettroniche o meccaniche presenti nelle vicinanze in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

3.4.1 Sezioni minime dei conduttori di fase

- 1,5 mm² per i circuiti terminali illuminazione ed ausiliari
- 2,5 mm² per dorsali illuminazione
- 2,5 mm² per i circuiti terminali FM fino a 16A
- 4 mm² per dorsali FM fino a 16A
- 1 mm² per i circuiti di segnalazione ed assimilabili.

3.4.2 Sezioni minime dei conduttori di neutro

La sezione del neutro, per i circuiti monofasi e trifasi, quando i conduttori di fase hanno sezione minore o uguale a 16mmq deve essere pari alla sezione del conduttore di fase.

Per sezioni superiori la sezione del neutro può essere la metà del conduttore di fase (previa verifica).

3.4.3 Sezioni minime del conduttore di protezione

Tutte le linee elettriche per l'alimentazione dei vari utilizzatori dovranno essere complete di conduttori di protezione con anima in rame ed isolamento in pvc di colore giallo verde che dovranno essere posati nelle stesse canalizzazioni per i cavi dell'impianto elettrico. Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno essere prescelte in base ai seguenti criteri:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm^2)	**Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S_p (mm^2)**
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

I conduttori di protezione non posati nelle canalizzazioni elettriche dovranno avere sezione minima di 2,5 mmq se protetti meccanicamente e di 4 mmq se non protetti.

Ai conduttori di protezione dovranno essere collegate tutte le carcasse metalliche degli utilizzatori elettrici, i poli di terra delle prese, i corpi illuminanti, i componenti metallici dell'impianto elettrico (canaline, tubi, ecc.)

3.4.4 Sezioni minime del conduttore equipotenziale

Il conduttore equipotenziale, richiesto **alla base di ogni edificio**, per collegare il nodo di terra alle tubazioni dell'acqua e del gas, del riscaldamento centralizzato, ecc., deve essere di 6mmq in rame.

Nei locali dove è richiesto il collegamento equipotenziale supplementare (EQS), la sezione del conduttore equipotenziale, che collega le masse estranee al nodo, deve essere almeno la metà della sezione del conduttore di protezione più elevato nel locale, con un minimo di:

- 2,5 mmq se protetti meccanicamente;
- 4 mmq se non protetti meccanicamente.

Non è comunque richiesta una sezione maggiore di 6mmq.

Nei locali ad uso medico il conduttore equipotenziale per collegare le masse estranee al nodo deve avere sempre e comunque una sezione di almeno 6mmq.

I conduttori equipotenziali saranno realizzati con conduttori con anima in rame ed isolamento in PVC di colore giallo/verde.

3.4.5 Colori distintivi anime

- in base a Norme CEI-UNEL 00722;
- colorazione del rivestimento esterno e delle guaine interne come previsto dal costruttore;
- colorazione base dei conduttori elementari:
    - conduttore di fase: nero – marrone – grigio;
    - conduttore di neutro: blu;
    - conduttore di terra: giallo-verde;
    - conduttore di protezione: giallo-verde;
- non è ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo verde per nessun altro servizio, nemmeno per gli impianti ausiliari.

I cavi elettrici di energia e segnale dovranno essere conformi alle specifiche tecniche riportate nel seguito.

3.5 Apparecchi di illuminazione

Nella posa degli apparecchi di illuminazione l'Appaltatore dovrà osservare i seguenti criteri installativi:

- rispetto delle istruzioni di montaggio indicate dal costruttore;
- posizionamento tale da:
    - assicurare la corrispondenza della disposizione entro l'ambiente e della quota di installazione con quelle indicate nelle tavole allegate (ad esempio rispettare l'allineamento in fila degli apparecchi di illuminazione ove richiesto);
    - garantire la funzionalità e la completa accessibilità per attività di manutenzione;
    - evitare mutue influenze per effetto termico e/o elettromagnetico con altre apparecchiature;
    - evitare qualunque declassamento prestazionale per effetto termico e/o meccanico e/o elettromagnetico;
- qualora siano presenti elementi architettonici o arredi che ostacolino il flusso luminoso emesso dagli apparecchi di illuminazione dovrà essere modificata la loro collocazione e/o quota di installazione in accordo con la Direzione Lavori;
- qualora la dorsale di alimentazione degli apparecchi di illuminazione sia quadripolare, la derivazione di ogni singolo apparecchio di illuminazione dovrà essere eseguita equilibrando tra di loro le tre fasi.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere conformi alle specifiche tecniche riportate nel seguito.

3.6 Apparecchi di comando luce e prese energia

Nella posa degli organi di comando e prese energia dovranno rispettare i seguenti criteri installativi:

- dovranno essere installati nel rispetto delle disposizioni legislative relative alla eliminazione delle barriere architettoniche;
- dovrà essere previsto il montaggio di protezioni a perdere e il fissaggio delle mostrine dopo le operazioni murarie di finitura (tinteggiature, rivestimenti, ecc.);

- qualora siano composte anche da elementi metallici (contenitore, telai di sostegno, mostrina, ecc.) dovrà essere assicurata la messa a terra degli stessi.

3.7 Quadri elettrici

I quadri elettrici sono da considerare componenti dell'impianto, e devono quindi rispondere alle relative norme di prodotto e avere un costruttore che ne dichiara la conformità.

I quadri elettrici devono essere dotati di una targa sulla quale deve essere indicato il nome del costruttore, o il marchio di fabbrica, insieme al tipo e/o numero di identificazione, in modo che sia possibile ottenere le informazioni previste dalla norma.

Per i nuovi quadri elettrici dovranno essere forniti i verbali di collaudo secondo la norma CEI EN 61439-1 - Class. CEI 17-113 - CT 17 - Fascicolo 10144, e CEI EN 61439-2 - Class. CEI 17-114 - CT 17 - Fascicolo 10145.

Prima della realizzazione dei quadri elettrici dovrà essere sottoposto ad approvazione della Direzione Lavori lo schema costruttivo degli stessi, in funzione delle caratteristiche dei motori delle apparecchiature della marca pre-scelta.

Tutti i quadri elettrici dovranno essere realizzati come previsto dalla nuova norma CEI 17/113 e dovranno essere accompagnati da un verbale di collaudo come descritto dalla medesima norma.

4. SPECIFICHE TECNICHE

Le seguenti specifiche tecniche sono da ritenersi requisiti minimi ed inderogabili eccettuati i casi in cui nelle tavole di progetto o nella parte di documento relativa alla descrizione delle opere siano riportate esplicitamente, per talune parti di impianto, prescrizioni differenti.

Tutti i cavi elettrici dovranno essere del tipo con protezione antiroditori.

4.1 Cavi e conduttori

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti dovranno:

- essere conformi al regolamento 305/2011 relativo ai prodotti da costruzione (CPR);
- essere di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (dove applicabile) IMQ e CE;
- rispondere alle Norme tecniche e costruttive stabilite dal CEI ed alle Norme dimensionali e di codice colori stabilite dalle tabelle CEI-UNEL;
- essere in rame.

Nei lavori relativi in oggetto si utilizzeranno le seguenti tipologie di cavo:

- Cavi unipolari in media tensione tipo **RG16H1R12** 12/20kV
- Cavi unipolari tipo **FS17** 450/750V Cca-s3,d1,a3 o equivalenti flessibili e conformi al Regolamento CPR;
- Cavi unipolari e multipolari tipo **FG16(O)R16** 0,6/1kV Cca-s3,d1,a3 o equivalenti flessibili e conformi al Regolamento CPR.
- Cavi multipolari schermati tipo **FG16OH2R16** 0,6/1kV Cca-s3,d1,a3 o equivalenti flessibili e conformi al Regolamento CPR.

4.1.1 Cavi RG16H1R12 12/20kV

Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata.

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G16, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G16 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità R12
- Colore: rosso
- Tensione nominale di esercizio Uo/U: 12/20 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 14 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm2 di sezione del rame
- Conformità: CEI 20-13, CEI 20-66, IEC 60502, CEI 20-16, IEC 60885-3, EN 50575, EN 13501-6, EN 60332-1-2

4.1.2 Cavi FS17

Cavi flessibili unipolari o multipolari con tensione di esercizio fino a 750 V isolati in PVC qualità S17. Sono idonei per alimentazioni di energia in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per posa fissa entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari. Adatti per installazione fissa e protetta in apparechhi di illuminazione ed apparecchiature di interruzione e comando. La sezione di 1 mm² è prevista (in aggiunta alle rimanenti) soltanto per cablaggi interni di quadri elettrici per segnalamento e comando o per circuiti elettrici di ascensori e montacarichi. Per installazioni a rischio di incendio la temperatura massima di esercizio non deve superare i 55°C (rif. CEI 20-40).

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575.

Questi cavi saranno utilizzati nei circuiti di potenza con tensione di 230/400V per le linee di alimentazione secondarie e per le linee posate in tubazioni a vista all'interno degli edifici.

Nel dettaglio questi cavi dovranno soddisfare le specifiche di seguito elencate:

- Conduttore: rame rosso ricotto, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: PVC, qualità S17
- Tensione nominale Uo/U: 450/750 V c.a. 1000 V c.c.
- Tensione massima Um: 1000 V c.a. 750 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 3000 V
- Temperatura massima di esercizio: 70°C

- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 160°C
- Temperatura minima di posa: 5°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm^2 di sezione del rame
- Normativa di riferimento: EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 – classe Cca-s3, d1, a3 – CEI EN 60332-1-2 2014/35/UE 2011/65/CE – CEI UNEL 35716

4.1.3 Cavi FG16(O)R16

Cavi flessibili unipolari o multipolari con tensione di esercizio fino a 1000 V isolati in gomma qualità G16. Sono idonei per alimentazioni di energia in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per posa fissa all'interno, all'esterno; per posa interrata diretta e indiretta. Adatto all'installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575.

Questi cavi saranno utilizzati nei circuiti di potenza con tensione di 230/400V per le linee di alimentazione principali e per le linee posate su passerelle o entro tubazioni interrate.

Nel dettaglio questi cavi dovranno soddisfare le specifiche di seguito elencate:

- Conduttore: rame rosso ricotto, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: mescola di materiale non igroscopico
- Guaina: mescola di PVC di qualità R16, grigio
- Tensione nominale Uo/U: 600/1000 V c.a. 1500 V c.c.
- Tensione massima Um: 1200 V c.a. 1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm^2 di sezione del rame
- Normativa di riferimento: EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 – classe C_{ca}-s1b, d1, a1 – CEI EN 60332-1-2 2014/35/UE – CEI UNEL 35318 – CEI 20-13

4.1.4 Cavi FG16OH2R16

Cavi adatti per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale quando è richiesto un certo grado di protezione contro le interferenze elettromagnetiche. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati; per posa interrata diretta e indiretta. Per all'installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari. Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio. Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575: Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime, formante guainetta
- Schermo: treccia di fili di rame rosso
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio
- Tensione nominale Uo/U: 600/1000 V c.a. 1500 V c.c.
- Tensione massima Um: 1200 V c.a. 1800 V c.c. anche verso terra
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature. Resistente ai raggi UV.
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 8 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm^2 di sezione del rame

In assenza di altre indicazioni, per alimentare le paratoie, sono previsti cavi tripolari F.O. di cavo tipo FTG18OM16 06/1 kV 3 x 10.

In assenza di altre indicazioni, per la trasmissione dei segnali sono previsti cavi con fibre multimodali 50/125 di tipo OM2, armatura dielettrica realizzata con filati in vetro, ad elevata resistenza meccanica e protezione antiroditori, guaina esterna in PE; adatto per posa anche all'esterno degli edifici in cavidotti con altri cavi. Cavo Multimodale 50/125 OM2 arm. dielettrica 8 FO.

4.2 Tubazioni e canalizzazioni

4.2.1 Tubazioni per cavidotti interrati

Ove specificato in progetto, verranno utilizzate tubazioni in polietilene a doppia parete per cavidotto interrato, resistenza alla compressione =>750N, completa di raccordi ed ogni accessorio per la posa in opera.

Le voci di elenco prezzi sono da ritenersi comprensive del cavo interno per il tiro dei cavi elettrici.

In alternativa, sono previste tubazioni corrugate a doppia parete per passaggio cavi elettrici e telefonici. Parte esterna corrugata per conferire un'elevata resistenza, e parte interna liscia per garantire un migliore scorrimento dei cavi.

Resistenza allo schiacciamento 450N – Norma EN 61386-1/2008 e EN 61386-24/2010 serie N (certificato IIP e IMQ)

Diametro esterno (mm): 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 160, 200

Raggio di curvatura: 15 volte il diametro esterno

Limiti di impiego: -50 / +60°C

Accessori: Manicotto di giunzione + tirafilo in polipropilene/poliestere

4.2.2 Canaline metalliche con coperchio

Sistema completo di canaline metalliche IP40 con coperchio ad uso impianti elettrici.

- Larghezze (mm): 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600
- Altezze (mm): 50, 75, 100
- Materiali: acciaio zincato Sedzimir UNI EN 10346, zincatura a caldo per immersione UNI EN ISO 1461, inox AISI 304 UNI EN 10088, inox AISI 316L UNI EN 10088
- Conformità: EN 50085-2-1, EN 61537-1

4.2.3 Passerelle metalliche asolate

Sistema completo di passerelle metalliche asolate ad uso impianti elettrici.

- Larghezze (mm): 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600
- Altezze (mm): 50, 75, 100
- Materiali: acciaio zincato Sedzimir UNI EN 10346, zincatura a caldo per immersione UNI EN ISO 1461, inox AISI 304 UNI EN 10088, inox AISI 316L UNI EN 10088
- Conformità: EN 50085-2-1, EN 61537-1

4.2.4 Tubazioni metalliche acciaio inox

Tubi elettrouniti ricavati da lamiera di acciaio AISI 316L (X2CrNiMo17-12-2 1.4404 UNI EN10088-1) spazzolati uniformemente. Saldatura interna scordonata per garantire il perfetto scorrimento dei cavi senza rischio di danneggiamento del rivestimento. La continuità elettrica e la tenuta stagna del sistema devono essere garantite utilizzando gli appoisiti raccordi. Tubi non filettabili, idonei per la curvatura a freddo, anche in esecuzioni con raggi ridotti (2,5-3 volte il Ø del tubo). Completi di raccordi flessibili, giunti ad innesto rapido, pressatubi con pressacavo.

- Diametri (mm): 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
- Standard CEI EN 61386-1, 61386-21 e CEI EN 60423
- Classifi cazione CEI EN 61386-1 5 5 5 5
- Grado IP CEI EN 60529 IP66/IP68/IP69
- Resistenza alla compressione 4000 N
- Resistenza alla trazione 1000 N R
- esistenza al carico sospeso 450 N
- Resistenza all'urto 20 J
- Resistenza alla corrosione 4Alta

4.2.5 Tubazioni rigide autoestinguenti

- Materiale: a base di PVC rigido
- Diametri (mm): 16, 20, 25, 32, 40, 50
- Resistenza allo schiacciamento: classe 3 superiore a 750 Newton su 5 cm a + 23 ± 2°C
- Resistenza agli urti: classe 3 2kg da 10 cm a -5°C
- Temperatura minima: classe 2 -5°C
- Temperatura massima classe 1 + 60°C
- Resistenza elettrica di isolamento: superiore a 100 megaohm per 500 V di esercizio per 1 min

- Rigidità dielettrica: superiore a 2000 V - 50 HZ per 15 min
- Resistenza al fuoco: supera "Glow wire test" (filo incandescente) alla temperatura di 850 °C secondo la norma CEI EN 60695-2-11
- Curvabilità diametri 16-20-25, curvabili a freddo (con molla MPTN)
- IMQ EN 61386-21
- Colori: GRIGIO CHIARO RAL 7035
- Certificazioni: IMQ EN 61386-21

4.2.6 Tubazioni flessibili autoestinguenti

- Materiale: a base di PVC plastificato-rigido
- Diametri (mm): 8, 10, 12, 14, 16, 20, 22, 25, 28, 32, 35, 40, 50. Il diametro nominale e' anche il diametro interno minimo del sistema. (Tolleranza -0,5 mm fino diam. 25, - 1 mm diam. superiori)
- Flessibilità: supera la prova di nr 5000 flessioni a 180° + 5°C e + 60°C
- Raggio di curvatura: 2 volte il diametro
- Resistenza allo schiacciamento: classe 2 superiore a 320 Newton su 5 cm a + 23 ± 2°C
- Resistenza agli urti: classe 3 2kg da 10 cm a -5°C
- Temperatura minima: classe 1 + 5°C
- Temperatura massima classe 1 + 60°C
- Resistenza elettrica di isolamento: superiore a 100 megaohm per 500 V di esercizio per 1 min
- Rigidità dielettrica: superiore a 2000 V - 50 HZ per 15 min
- Grado di protezione: costituisce un sistema chiuso con un grado di protezione IP 64 con raccordi guaina fissi, IP 65 con raccordi guaina girevoli, IP 67 con raccordi RTGN tubo rigido-guaina
- Resistenza al fuoco: supera "Glow wire test" (filo incandescente) alla temperatura di 850°C secondo la norma CEI EN 60695-2-11
- Colori: GRIGIO CHIARO RAL 7035
- Certificazioni: IMQ EN 61386-23, UL 1696

4.2.7 Cassette di derivazione metalliche

Cassette di derivazione realizzate in lega di alluminio EN AB 46100 (ex. UNI 5076) secondo norme UNI EN 1676, verniciate a forno con resine poliestere. Fornite con pareti chiuse e coperchio avvolgente, la guarnizione in espanso poliuretanico già alloggiata nella sede del coperchio. Complete di viti in acciaio per il fissaggio del coperchio e di n.1 kit di messa a terra, predisposte con i masselli per messa a terra e per l'applicazione di piastre, supporti ed accessori. Il fissaggio a parete deve avvenire mediante le staffe esterne incorporate nella base. Colore grigio RAL 7040 bucciato.

- Dimensioni (mm): 90x90x53; 128x100x55; 154x129x58; 178x155x74; 239x202x85; 294x244x114; 392x298x144
- Standard CEI EN 60670 e CEI 23-48
- Grado IP EN 60529 IP66/IP67/IP69
- Resistenza agli urti CEI EN 62262 IK08 a 20°C
- Resistenza in nebbia salina ASTM B117 500 ore (con intaglio della superficie)
- Resistenza in nebbia salina ISO 9227 720 ore

4.2.8 Cassette di derivazione

- Cassette di derivazione IP56 GWT 960° con chiusura viti metalliche
- Dimensioni (mm): 100x100x50; 120x80x50; 150x110x70; 190x140x70; 240x190x90; 240x190x160; 300x220x120; 300x220x180; 380x300x120; 380x300x180; 460x380x120; 460x380x180.
- Con fianchi lisci
- Glow Wire 960°
- Grado di protezione IP56
- Indoneo per installazioni da -25°a +60°
- Grado di resistenza all'urto IK07: per misure 01-02-03-04
- Grado di resistenza all'urto IK08: per misure 05-06-07 per COPERCHIO ALTO

4.2.9 Scatole portafrutti IP55

- Dimensioni (mm): 1/2/3/4 moduli orizzontali; 8/12 moduli verticali
- forma razionale e squadrata
- ampio spazio per i cablaggi
- membrana particolarmente resistente agli agenti atmosferici
- possibilità di installazione in batteria
- inserimento frontale dei frutti
- sgancio dei frutti dalla parte posteriore
- prefratture/poppette per raccordo con tubo rigido
- Colori: GRIGIO RAL 7035
- Certificazioni: IMQ EN 60670-1
- Per realizzare la protezione contro i contatti indiretti mediante isolamento completo (doppio isolamento EN 61439- 1) i prodotti della linea Pepita devono essere correttamente installati secondo le istruzioni del costruttore e utilizzando gli appositi accessori (tappi copriviti).

4.2.10 Frutti modulari

- Gamma specifica per l'utilizzo nell'impianto a vista
- Sistema di aggancio e sgancio dei frutti agevole
- Inserimento frontale dei frutti
- Massima sicurezza e garanzia di affidabilità attestati dal marchio IMQ
- Installabili sui contenitori, scatole autoportanti dei Minicanali, dei canali a battiscopa e cornice.
- Colori: BIANCO RAL 9010
- Certificazioni: IMQ EN 60669-1; IMQ EN 60898-1; IMQ EN 62094-1; IMQ CEI 23-50

4.3 Pozzetti e chiusini

4.3.1 Pozzetti

Pozzetti prefabbricati realizzati con o senza fondo incorporato, ad uso impianti elettrici e/o tecnologici. Pareti verticali dotate di impronte circolari di facile abbattimento per l'innesto di tubazioni e derivazioni. Manufatti di prolunga

ad altezza ridotta della medesima sezione. Predisposti per la chiusura della parte superiore del pozzetto con chiusini pedonali/carrabili.

Misure: 300x300mm; 400x400mm; 500x500mm; 600x600mm; 700x700mm;

4.3.2 Chiusino di ispezione per carreggiata stradale

Chiusino di ispezione per carreggiata stradale in Ghisa lamellare UNI ISO 185, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante, sigla dell'ente di certificazione e descrizione dell'impianto servito.

Misure:

- 400x400mm (luce); 500x500 (telaio); peso 43kg
- 500x500mm (luce); 600x600 (telaio); peso 64kg
- 600x600mm (luce); 700x700 (telaio); peso 80kg

4.4 Giunti 0,6/1kV ad isolamento in resina

Giunti per cavi 0,6/1 kV unipolari e multipolari per connessioni in derivazione. Kit comprendente:

- due semigusci con chiusura a scatto e derivazione a 30º, trasparenti in modo da rendere visibile la connessione prima della colata della resina;
- resina bicomponente poliuretanica a stato finale solido, fornita nel corretto rapporto di miscelazione;
- Sistema di colata a Iniezione Diretta che consente di iniettare la resina, già miscelata all'interno del giunto, senza fuoriuscite e senza venirne a contatto, garantendo perciò massima sicurezza all'operatore ed all'ambiente;
- separatore delle fasi e, in alcune versioni, morsettiera pentapolare isolata e preassemblata con relativo chiavino di serraggio meccanico dei connettori, che consente la realizzazione della connessione anche senza interruzione del cavo passante.

Caratteristiche tecniche:

- Conforme alla Norma per giunti bassa tensione 0,6/1 kV (CEI EN 50393)
- Grado di protezione: equivalente a IPX8 (CEI EN 60529) testato sotto un metro d'acqua (CEI EN 50393 par. 8.6.3)
- Temperatura di esercizio: da –20 a +90 °C
- Doppio isolamento (nelle versioni con morsettiera)
- Resina poliuretanica a stato finale solido (colore verde)

4.5 Armadi stradali in vetroresina

- Armadio autoventilato con tetto e parte inferiore aperta con zoccolo.
- Armadio ottenuto assemblando: 1 parte superiore aperta con tetto, 1 parte inferiore aperta con zoccolo, 2 parti laterali, 1 o 2 pannelli posteriori (in base alla larghezza), 1 o 2 porte (in base alla larghezza).
- Sistema di chiusura con maniglia e blocco inserto doppia barra da 5 mm.
- Apertura porta a 180°.
- Sistema anti-effrazione per evitare la forzatura della porta.
- Materiale: Poliestere rinforzato con fibra di vetro
- Colore Grigio RAL 7035
- Grado di protezione: IP44 secondo IEC 60529, IP54 con 1 o 2 griglie interne
- Grado di protezione meccanica b IK10 (20 joule) con porta piena - IEC 62262

- Isolamento Classe II secondo IEC 60950-1
- Certificazioni: IEC 62208 b Ambiente: fabbrica certificata ISO 14 001 (sistema di gestione ambientale) e ISO 50 001 (sistema di gestione dell'energia)
- Installazione: All'interno e all'esterno. Conformità a IEC 62208 per le prove di resistenza alle radiazioni ultraviolette (UV) e di resistenza alla corrosione.
- Altezze disponibili: 500 / 750 / 1000 / 1250 / 1500 / 2000 mm
- Larghezze disponibili: 500 / 750 /1000 / 1250 mm
- Profondità disponibili: 320 / 420 / 620 mm
- Accessori: zoccolo, cornice di fissaggio a pavimento con tirafondi, piastra di fondo

Tipo Schneider Thalassa (o equivalente).

4.6 Quadri elettrici in bassa tensione

Per i nuovi quadri elettrici dovranno essere forniti i verbali di collaudo secondo la norma CEI EN 61439-1 - Class. CEI 17-113 - CT 17 - Fascicolo 10144, e CEI EN 61439-2 - Class. CEI 17-114 - CT 17 - Fascicolo 10145.

NOTA: tutte la carpenterie che dovranno essere installate devono essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Tutti i quadri elettrici dovranno essere realizzati come previsto dalla nuova norma UNI 17/113 e dovranno essere accompagnati da un verbale di collaudo come descritto dalla medesima norma e dagli schemi costruttivi.

4.6.1 Power center (In≤4000A)

I power center previsti in grado di sopportare correnti fino a 4000A verranno realizzati utilizzando delle carpenterie metalliche di tipo ad armadio per posa a pavimento di dimensione rapportata alle correnti sopportate ed al numero di utenze alimentate.

Dovranno essere dimensionati per la corrente nominale e per la corrente di corto circuito previste a progetto e riportate nelle tavole degli impianti elettrici.

Caratteristiche principali:

- Struttura metallica: quadro elettrico realizzato con una o più strutture affiancate o in sequenza su cui è possibile montare una vasta gamma di porte e pannelli di copertura.
- Sistema di distribuzione: sbarre di distribuzione orizzontali o verticali collocate in un comparto laterale o sulla parte posteriore dell'armadio servono a distribuire l'elettricità in tutto il quadro elettrico.
- Unità funzionali complete: piastre dedicate per l'installazione dei dispositivi; Piastre frontali per evitare l'accesso diretto alle parti in tensione; Collegamenti ai sistemi sbarre; Dispositivi per collegamenti in loco.

  Ogni unità funzionale deve svolgere una funzione del quadro elettrico. Le unità funzionali devono essere modulari e organizzate in maniera razionale. Il sistema deve includere tutto ciò che occorre per il montaggio, l'alimentazione e il collegamento in loco delle unità funzionali. I componenti dell'armadio e quelli delle unità funzionali in particolare devono essere progettati e collaudati tenendo conto delle prestazioni degli apparecchi, in modo da garantire l'affidabilità di funzionamento dell'impianto elettrico e un livello di sicurezza ottimale per gli utilizzatori.
- Sistema modulare: i quadri elettrici devono poter essere modificati senza difficoltà per l'integrazione di nuove unità funzionali in base alla necessità. Le operazioni di manutenzione, effettuate con il quadro elettrico disalimentato, devono essere rapide e semplici grazie alla facilità di accesso alle apparecchiature di utilizzo di componenti standard.

- Funzioni di sicurezza del personale: Le operazioni nei quadri elettrici devono essere effettuate da persone autorizzate e nel rispetto di tutte le norme di sicurezza in vigore. Per incrementare il livello di sicurezza del personale, i dispositivi devono essere installati dietro piastre frontali di protezione in modo tale da poter accedere solo alle maniglie. Deve essere disponibile una protezione interna supplementare (segregazioni, barriere) per creare una segregazione di Forma 2, 3 o 4 per garantire la protezione contro i contatti diretti con elementi sotto tensione.
- forma di segregazione non inferiore a 4b.
- accesso frontale e posteriore
- arrivo e partenza cavi dal basso sui terminali posteriori degli interruttori

Caratteristiche elettriche:

- Conformità alle norme CEI EN 62208
- Livello di isolamento nominale delle sbarre di distribuzione principale: 1000 V
- In: 4000 A
- Corrente nominale ammissibile di picco Ipk: 220 kÂ
- Corrente nominale di breve durata ammissibile Icw: 100 kA rms / 1 s
- Frequenza: 50/60 Hz

Caratteristiche meccaniche:

- Elementi metallici in acciaio laminato
- Trattamento con elettroforesi + polveri in epossipoliestere polimerizzate a caldo, colore bianco RAL 9001
- Possibilità di smontaggio
- Possibilità di abbinamento lato contro lato o dorso contro dorso
- Grado di protezione:
    - IP30: con pannelli di copertura IP30 che includono porta o telaio di copertura
    - IP31: con pannelli di copertura IP30 che includono porta + guarnizione
    - IP55: con pannelli di copertura IP55
- Grado di protezione contro gli impatti meccanici:
    - IK07: con telaio di copertura
    - IK08: con porta IP30
    - IK10: con porta IP55
- Dimensioni delle strutture:
    - quattro larghezze: - L = 300: canalina - L = 400: canalina o comparto dispositivi - L = 650: comparto dispositivi o canalina - L = 800: comparto dispositivi con comparto sbarre di distribuzione o canalina
    - due profondità: 400, 600 mm
    - altezza: 2000 mm.
- Armadi per interni

4.6.2 Quadri di distribuzione primaria (In≤4000A)

I quadri di distribuzione primaria e in grado di sopportare correnti fino a 4000A verranno realizzati utilizzando delle carpenterie metalliche di tipo ad armadio per posa a pavimento di dimensione rapportata alle correnti sopportate ed al numero di utenze alimentate.

Dovranno essere dimensionati per la corrente nominale e per la corrente di corto circuito previste a progetto e riportate nelle tavole degli impianti elettrici.

Caratteristiche principali:

- Struttura metallica: Il quadro elettrico deve essere realizzato con una o più strutture associabili su cui deve essere possibile montare una vasta gamma di porte e pannelli di copertura
- Sistema di distribuzione: offerta completa composta da ripartitori centralizzati e sistemi di sbarre verticali, laterali o sul fondo del quadro elettrico.
- Unità funzionali complete: Piastre dedicate per l'installazione degli apparecchi; Piastre frontali per evitare un accesso diretto alle parti sotto in tensione; Collegamenti ai sistemi di sbarre; Gli accessori di cablaggio per i cavi possono essere applicati sul retro della guida modulare a doppio profilo.

  Ogni unità funzionale deve contribuire a una funzione del quadro elettrico. Il sistema deve includere tutto ciò che occorre per il montaggio, l'alimentazione e il collegamento delle unità funzionali. I componenti del quadro e quelli delle unità funzionali in particolare devono essere progettati e collaudati tenendo conto delle prestazioni degli apparecchi, in modo da garantire l'affidabilità di funzionamento dell'impianto elettrico e un livello di sicurezza ottimale per gli utilizzatori.
- Sistema modulare: i quadri elettrici devono poter essere modificati senza difficoltà per l'integrazione di nuove unità funzionali in base alla necessità. Le operazioni di manutenzione, effettuate con il quadro elettrico disalimentato, devono essere rapide e semplici grazie alla facilità di accesso alle apparecchiature di utilizzo di componenti standard.
- Funzioni di sicurezza del personale: le operazioni nei quadri elettrici devono essere effettuate da persone autorizzate e nel rispetto di tutte le norme di sicurezza in vigore. Per aumentare il livello di sicurezza del personale, i dispositivi devono essere installati dietro piastre frontali di protezione in modo tale da poter accedere solo alle maniglie. Protezione interna supplementare. Devono essere disponibili schermi e barriere per scongiurare il contatto diretto con elementi in tensione.

Caratteristiche elettriche

- Conformità alle norme CEI EN 62208; CEI EN 61439-1 e 2.
- Livello di isolamento nominale delle sbarre di distribuzione principale: 1000 V
- In: 4000 A
- Corrente nominale ammissibile di picco Ipk: 220 kÂ
- Corrente nominale di breve durata ammissibile Icw: 100 kA rms / 1 s
- Frequenza: 50/60 Hz.
- Elementi metallici in acciaio laminato
- Trattamento con elettroforesi + polveri in epossipoliestere polimerizzate a caldo, colore bianco RAL 9001
- Possibilità di smontaggio
- Possibilità di abbinamento lato contro lato o dorso contro dorso
- Grado di protezione:
    - IP30: con pannelli di copertura IP30 che includono porta o telaio di copertura

    - IP31: con pannelli di copertura IP30 che includono porta + guarnizione
    - IP55: con pannelli di copertura IP55
- Grado di protezione contro gli impatti meccanici:
    - IK07: con telaio di copertura
    - IK08: con porta IP30
    - IK10: con porta IP55
- Dimensioni delle strutture:
    - quattro larghezze: - L = 300: canalina - L = 400: canalina o comparto dispositivi - L = 650: comparto dispositivi o canalina - L = 800: comparto dispositivi con comparto sbarre di distribuzione o canalina
    - due profondità: 400, 600 mm
    - altezza: 2000 mm.
- Armadi per interni.

Queste carpenterie dovranno:

- Essere predisposte per il montaggio di tutti i componenti elettrici che si prevede saranno installati al loro interno.
- Essere corredate di un adeguato sistema di distribuzione modulare con barre in rame di portata non inferiore alla corrente nominale del quadro e di corrente di corto circuito massima non inferiore al potere di interruzione degli interruttori (salvo indicazioni più restrittive riportate nella parte di Capitolato dedicato alla descrizione delle opere).
- Essere dotate di morsettiere su guide DIN. I cablaggi interni saranno eseguiti con conduttori di adeguata sezione posati in maniera ordinata e razionale entro apposite canalette PVC per cablaggi. Tutti i morsetti e i conduttori saranno numerati con targhette, che dovranno corrispondere alla numerazione degli schemi unifilari.
- Essere corredate di bandelle in rame alle quali si dovranno attestare i conduttori di protezione in arrivo. Alla suddetta bandella si dovranno collegare le strutture metalliche del quadro stesso.
- Essere munite di targhe indicatrici di pericolo e di targhette serigrafate, fissate con viti o incollate in maniera definitiva, indicanti gli elementi di circuito a cui si riferiscono le singole apparecchiature e costruite con materiali inalterabili nel tempo. Tutte le apparecchiature all'interno e sulla porta del quadro elettrico saranno contraddistinte con targhette indicatrici, incise secondo l'indicazione alfanumerica ricavabile dagli schemi.

4.6.3 Quadri di distribuzione secondaria (In≤630A)

I quadri di distribuzione previsti per alimentare utenze terminali e in grado di sopportare correnti fino a 630A verranno realizzati utilizzando delle carpenterie metalliche di tipo a cassetta per fissaggio a parete o di tipo ad armadio per posa a pavimento di dimensione rapportata alle correnti sopportate ed al numero di utenze alimentate.

Dovranno essere dimensionati per la corrente nominale e per la corrente di corto circuito previste a progetto e riportate nelle tavole degli impianti elettrici.

Caratteristiche principali:

- Struttura metallica: Il quadro elettrico deve essere realizzato con una o più strutture associabili su cui deve essere possibile montare una vasta gamma di porte e pannelli di copertura
- Sistema di distribuzione: offerta completa composta da ripartitori centralizzati e sistemi di sbarre verticali, laterali o sul fondo del quadro elettrico.

- Unità funzionali complete: Piastre dedicate per l'installazione degli apparecchi; Piastre frontali per evitare un accesso diretto alle parti sotto in tensione; Collegamenti ai sistemi di sbarre; Gli accessori di cablaggio per i cavi possono essere applicati sul retro della guida modulare a doppio profilo.

  Ogni unità funzionale deve contribuire a una funzione del quadro elettrico. Il sistema deve includere tutto ciò che occorre per il montaggio, l'alimentazione e il collegamento delle unità funzionali. I componenti del quadro e quelli delle unità funzionali in particolare devono essere progettati e collaudati tenendo conto delle prestazioni degli apparecchi, in modo da garantire l'affidabilità di funzionamento dell'impianto elettrico e un livello di sicurezza ottimale per gli utilizzatori.
- Sistema modulare: i quadri elettrici devono poter essere modificati senza difficoltà per l'integrazione di nuove unità funzionali in base alla necessità. Le operazioni di manutenzione, effettuate con il quadro elettrico disalimentato, devono essere rapide e semplici grazie alla facilità di accesso alle apparecchiature di utilizzo di componenti standard.
- Funzioni di sicurezza del personale: le operazioni nei quadri elettrici devono essere effettuate da persone autorizzate e nel rispetto di tutte le norme di sicurezza in vigore. Per aumentare il livello di sicurezza del personale, i dispositivi devono essere installati dietro piastre frontali di protezione in modo tale da poter accedere solo alle maniglie. Protezione interna supplementare. Devono essere disponibili schermi e barriere per scongiurare il contatto diretto con elementi in tensione.

Caratteristiche elettriche

- Involucro conforme alla norma CEI EN 62208:
- Livello di isolamento nominale delle sbarre di distribuzione principali sulla parte posteriore dell'armadio: 1000 V
- In: 630 A
- Corrente nominale ammissibile di picco: Ipk 53 kA
- Corrente nominale di breve durata ammissibile Icw: 25 kA rms / 1 s
- Corrente di corto circuito: 50 kA
- Frequenza: 50/60 Hz

Caratteristiche meccaniche

- Elementi metallici in acciaio laminato
- Trattamento con elettroforesi + polvere epossipoliestere polimerizzata a caldo, colore bianco RAL 9001.
- Armadi forniti in kit totalmente smontabili, progettati per l'assemblaggio e il cablaggio in orizzontale su una postazione di lavoro.
- Affiancabili o sovrapponibili
- Grado di protezione: IP30 (senza porta), IP40 (con porta), IP43 (porta + guarnizione), IP55
- Grado di protezione contro gli impatti meccanici: IK07 (senza porta), IK08: (con porta piena o trasparente), IK10 (per quadro IP55)
- Dimensioni degli armadi:
  - 3 larghezze: - L = 300: canalina - L = 600: armadi a parete e a pavimento, largh. 24 moduli - L = 850: armadi a pavimento, alt. 33 moduli, largh. 36 moduli
  - Profondità con porta: - Armadi IP30: 250 mm - Armadi IP55: 260 mm
  - Altezze: - IP30: 11 altezze: da 330 a 1830 mm - IP55: 7 altezze: da 450 mm a 1750 mm
- Quadri elettrici interni.

Queste carpenterie dovranno:

- Essere predisposte per il montaggio di tutti i componenti elettrici che si prevede saranno installati al loro interno.
- Essere corredate di un adeguato sistema di distribuzione modulare con barre in rame di portata non inferiore alla corrente nominale del quadro e di corrente di corto circuito massima non inferiore al potere di interruzione degli interruttori (salvo indicazioni più restrittive riportate nella parte di Capitolato dedicato alla descrizione delle opere).
- Essere dotate di morsettiere su guide DIN. I cablaggi interni saranno eseguiti con conduttori di adeguata sezione posati in maniera ordinata e razionale entro apposite canalette PVC per cablaggi. Tutti i morsetti e i conduttori saranno numerati con targhette, che dovranno corrispondere alla numerazione degli schemi unifilari.
- Essere corredate di bandelle in rame alle quali si dovranno attestare i conduttori di protezione in arrivo. Alla suddetta bandella si dovranno collegare le strutture metalliche del quadro stesso.
- Essere munite di targhe indicatrici di pericolo e di targhette serigrafate, fissate con viti o incollate in maniera definitiva, indicanti gli elementi di circuito a cui si riferiscono le singole apparecchiature e costruite con materiali inalterabili nel tempo. Tutte le apparecchiature all'interno e sulla porta del quadro elettrico saranno contraddistinte con targhette indicatrici, incise secondo l'indicazione alfanumerica ricavabile dagli schemi.

4.6.4 Quadri in vetroresina IP66

I quadri di distribuzione previsti per alimentare utenze terminali in ambienti con particolari condizioni ambientali realizzati utilizzando involcri in vetroresina IP66 per fissaggio a parete di dimensione rapportata alle correnti sopportate ed al numero di utenze alimentate. Dovranno essere dimensionati per la corrente nominale e per la corrente di corto circuito previste a progetto e riportate nelle tavole degli impianti elettrici.

Caratteristiche principali:

- 7 dimensioni: 300x265x165; 425x325x180; 500x430x210; 650x430x210; 650x540x260; 805x615x315; 1060x810x355
- Halogen free
- Telaio componibile e regolabile in profondità
- Guide DIN regolabili in altezza
- Pannelli removibili
- Fissaggi a scatto e con viti ad 1/4 di giro
- Idoneo per installazioni da -25° a +60°
- Elevata robustezza
- Glow wire 960° (solo involucro in vetroresina)
- Grado di protezione: IP66
- Idonei alla realizzazione di apparecchiature assemblate secondo le norme EN 61439-1
- In dotazione etichetta quadro autoadesiva per la certificazione

Queste carpenterie dovranno:

- Essere predisposte per il montaggio di tutti i componenti elettrici che si prevede saranno installati al loro interno.
- Essere dotate di morsettiere su guide DIN. I cablaggi interni saranno eseguiti con conduttori di adeguata sezione posati in maniera ordinata e razionale entro apposite canalette PVC per cablaggi. Tutti i morsetti e i conduttori saranno numerati con targhette, che dovranno corrispondere alla numerazione degli schemi unifilari.
- Essere corredate di bandelle in rame alle quali si dovranno attestare i conduttori di protezione in arrivo. Alla suddetta bandella si dovranno collegare le strutture metalliche del quadro stesso.

- Essere munite di targhe indicatrici di pericolo e di targhette serigrafate, fissate con viti o incollate in maniera definitiva, indicanti gli elementi di circuito a cui si riferiscono le singole apparecchiature e costruite con materiali inalterabili nel tempo. Tutte le apparecchiature all'interno e sulla porta del quadro elettrico saranno contraddistinte con targhette indicatrici, incise secondo l'indicazione alfanumerica ricavabile dagli schemi.

4.6.5 Quadri di automazione

I quadri di automazione saranno realizzati utilizzando delle carpenterie metalliche di tipo a cassetta per fissaggio a parete o di tipo ad armadio per posa a pavimento di dimensione rapportata alle correnti sopportate ed al numero di utenze alimentate.

Dovranno essere dimensionati per la corrente nominale e per la corrente di corto circuito previste a progetto e riportate nelle tavole degli impianti elettrici.

Caratteristiche principali:

- dimensione indicativa secondo quanto riportato sulle tavole di progetto dei quadri elettrici, e l'eventuale ipotesi di fronte quadro e le specifiche dettagliate riportate nei capitoli più avanti;
- struttura realizzata con lamiere di spessore non inferiore a 15/10 di millimetro verniciate sia esternamente che internamente con polveri termoindurenti a base di resine epossidiche e poliestere di colore da definire.
- grado di protezione non inferiore a IP30 (salvo indicazioni più restrittive riportate nella parte di Capitolato dedicato alla descrizione delle opere).
- portella con vetro trasparente e dispositivo con chiave per la chiusura
- controporta interna con dispositivo di blocco-porta con il sezionatore generale
- portella cieca per la parte destinata al passaggio cavi ed alle morsettiere (ove prevista).
- morsettiera di appoggio per le linee in ingresso e uscita
- sistema di ventilazione naturale e/o forzato ove richiesto per il corretto funzionamento delle apparecchiature installate
- esecuzione mediante elementi componibili di tipo modulare
- predisposte per il montaggio di tutti i componenti elettrici che si prevede saranno installati al loro interno:
    - Interruttore generale con blocco-porta: Il quadro sarà dotato di un interruttore generale provvisto di comando manuale con blocco-porta, che consenta di interrompere simultaneamente la continuità metallica di tutti i conduttori. Esso deve portare una chiara indicazione dell'organo di manovra.
    - Contattori di potenza e ausiliari: I contattori di potenza e ausiliari, correttamente dimensionati per i carichi indicati, dovranno avere almeno due contatti ausiliari (1NA e 1NC) in più di quelli utilizzati normalmente.
    - Rele' termici e salvamotori: La taratura dei relè termici e dei salvamotori relativi all'utenza da proteggere è da intendersi come valore centrale del campo valori che il relè può coprire. La reinserzione del relè scattato dovrà sempre essere manuale, escludendo pertanto ogni tipo di automatismo di ripristino.
    - Trasformatori: I trasformatori per i servizi ausiliari saranno ad avvolgimenti separati (sono pertanto esclusi gli autotraformatori). Essidovranno essere del tipo impregnati in resina con capacità di sovraccarico istantaneo di almeno il 500%.
    - Selettori, commutatori, ecc.: I selettori ed i commutatori saranno in esecuzione per servizio pesante, per montaggio a bordo macchine, protezione del comando della polvere, tipo "Serie tonda" con foratura di 30mm.
    - Morsettiera di potenza ausiliaria: Le morsettiere dovranno avere i morsetti per i conduttori di neutro e per i conduttori di terra chiaramente contraddistinti. I morsetti devono essere montati su elementi isolanti e di sezione superiore a quella del cavo da ospitare. Ogni morsetto verrà numerato secondo

l'ordine di cablaggio. Lo stesso numero dovrà comparire sui cavi in ingresso ed in uscita dal morsetto stesso. La numerazione verrà effettuata con cartellini in plastica, prestampati, alloggiati in astucci trasparenti infilati sui cavi.

4.6.6 Interruttori aperti

Gli interruttori aperti devono incorporare funzionalità di comunicazione, ma anche la misura di energia e potenza in Classe 1, per assicurare la migliore gestione energetica.

Gli interruttori aperti disponibili in 3 differenti taglie:

- MasterPact MTZ1 da 630 a 1600 A,

- MasterPact MTZ2 da 800 a 4000 A,

- MasterPact MTZ3 da 4000 a 6300 A

- Versioni con 3 e 4 poli

- Potere di interruzione da 42 a 150 kAeff (Icu a 415 Vca)

- 4 tipologie di unità di controllo Micrologic, personalizzabili con i moduli digitali per avere funzioni avanzate di misura, protezione, diagnostica e manutenzione

- Ampia gamma di accessori e ausiliari intercambiabili in sito

- Conforme alla normativa IEC 60947-1 e -2

Gli interruttori saranno corredati di tutti gli accessori previsti sugli schemi di progetto (es. contatti ausiliari, bobine di apertura, ecc.).

Le caratteristiche dettagliate degli interruttori (es. corrente nominale, potere di interruzione, n. poli, sgaciatori, ecc.) sono riportate sugli schemi unifilari di progetto.

Tipo Scheneider MTZ (o equivalente)

4.6.7 Interruttori scatolati

Conformità alle norme

Gli interruttori scatolati devono essere conformi alle norme internazionali:

- IEC 60947-1: regole generali,
- IEC 60947-2: interruttori automatici,
- IEC 60947-3: interruttori-sezionatori,
- IEC 60947-4-1: contattori e avviatori,
- IEC 60947-5-1 e seguenti: dispositivi elettromeccanici di comando e commutazione; componenti di controllo automatici

Gli interruttori scatolati devono essere conformi alle norme europee

- EN 60947-1
- EN 60947-2
- EN 60947-3
- EN 60947-5-1

Grado di inquinamento

Gli interruttori scatolati devono essere adatti a funzionare nelle condizioni di inquinamento rispondenti alle norme IEC 60947-1 e IEC 60664-1 per gli ambienti industriali: grado di inquinamento 3.

Tropicalizzazione

Gli interruttori scatolati devono soddisfare le prove climatiche definite dalle seguenti norme, in condizioni atmosferiche estreme:

- IEC 60068-2-1: basse temperature (freddo secco) a -55 °C
- IEC 60068-2-2: caldo secco a +85 °C.
- IEC 60068-2-30: clima caldo umido (temperatura + 55 °C e umidità relativa 95 %).
- IEC 60068-2-52: severità 2 - Atmosfera nebbia salina.

Ambiente

Gli interruttori scatolati devono rispettare la direttiva europea ambientale EC/2002/95 riguardante le restrizioni di utilizzo di alcune sostanze nocive (direttiva RoHS - Restriction of Hazardous Substances) e devono avere il marchio Green Premium. Ad ogni apparecchio deve essere associato un documento PEP (Product Environmental Profile) che descrive l'impatto ambientale dell'apparecchio durante il suo ciclo di vita, da quando viene prodotto fino alla fine del suo impiego. Tutti i siti di produzione degli interruttori scatolati devono essere dotati di un sistema di gestione ambientale certificato ISO 14001. Ogni fabbrica deve garantire il controllo dell'impatto legato alla produzione e implementare i mezzi necessari alla prevenzione dell'inquinamento e alla riduzione del consumo delle risorse naturali.

Temperatura di utilizzo

Gli interruttori scatolati devono essere utilizzati ad una temperatura compresa tra -25 °C e +70 °C. Oltre i 40 °C (65 °C per gli interruttori destinati alla protezione delle partenze motore), è necessario tenere conto dei declassamenti. La messa in servizio deve essere effettuata alle normali condizioni di utilizzo a temperatura ambiente. Solo eccezionalmente può avvenire ad una temperatura compresa tra -35 °C e -25 °C. Conservati nell'imballaggio originale, gli interruttori scatolati possono essere stoccati ad una temperatura compresa tra -50 °C e +85 °C.

Compatibilità elettromagnetica

Gli interruttori scatolati devono essere immuni:

- alle sovratensioni di manovra sui circuiti (es: circuiti d'illuminazione)
- alle sovratensioni derivanti da fenomeni atmosferici
- alle onde di radiofrequenza emesse da dispositivi quali telefoni cellulari, radio, walky-talky, radar, ecc.
- alle scariche elettrostatiche prodotte direttamente dagli utilizzatori.

Il livello d'immunità degli interruttori scatolati deve rispondere alle seguenti norme:

- IEC/EN 60947-2: Apparecchiature a bassa tensione, parte 2: Interruttori: - Allegato F: Prove aggiuntive per gli interruttori con protezione elettronica - Allegato B: Prove per interruttori con protezione differenziale incorporata
- IEC/EN 61000-4-2: Prove di immunità a scarica elettrostatica
- IEC/EN 61000-4-3: Prove d'immunità ai campi elettromagnetici a radiofrequenza irradiati
- IEC/EN 61000-4-4: Prove di immunità a transitori/raffiche di impulsi elettrici veloci
- IEC/EN 61000-4-5: Prove di immunità ad impulso
- IEC/EN 61000-4-6: Immunità ai disturbi condotti, indotti da campi a radiofrequenza
- IEC/EN 61000-4-8: Prove di immunità ai campi magnetici
- IEC/EN 61000-4-11: Prove di immunità a microinterruzioni e variazioni di tensione

- CISPR 11: Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali. Caratteristiche di radiodisturbo - Limiti e metodi di misura.

Attitudine al sezionamento (sezionamento visualizzato).

Gli interruttori scatolati devono realizzare l'attitudine al sezionamento come definito dalla norma IEC 60947-2:

- La posizione di sezionamento corrisponde alla posizione aperto "O" (OFF).
- La leva di manovra può indicare la posizione "O" solo se i contatti di potenza sono effettivamente aperti e separati.
- Il blocco con lucchetti è possibile solo se i contatti sono effettivamente separati.

L'aggiunta del comando rotativo o del comando a motore non deve pregiudicare l'affidabilità dell'attitudine al sezionamento dell'interruttore.

La funzione di sezionamento deve esser certificata con prove che garantiscono:

- l'affidabilità meccanica dell'indicatore di posizione
- l'assenza di correnti di fuga
- la tenuta alle sovratensioni tra monte e valle.

Installazione in quadri di classe II

Tutti gli interruttori scatolati devono essere apparecchi di classe II sul fronte. Possono essere installati attraverso porta in quadri classe II (secondo le norme IEC 61140 e IEC 60664-1) senza declassare il grado di isolamento e senza bisogno di operazioni particolari, anche nelle versioni con comando rotativo o comando a motore.

Grado di protezione

Le seguenti indicazioni sono conformi alle norme IEC 60529 (grado di protezione IP) and IEC 62262 (protezione contro gli urti meccanici esterni IK).

Apparecchio nudo con coprimorsetti:

- Comando a leva: IP40, IK07.
- Comando rotativo diretto: IP40 IK07.

Apparecchio installato in quadro

- Comando a leva: IP40, IK07.
- Comando rotativo diretto: standard / VDE: IP40, IK07; MCC: IP43 IK07; CNOMO: IP54 IK08
- Comando rotativo rinviato: IP55 IK08 b Comando a motore: IP40 IK07.

Gli interruttori saranno corredati di tutti gli accessori previsti sugli schemi di progetto (es. contatti ausiliari, bobine di apertura, ecc.).

Le caratteristiche dettagliate degli interruttori (es. corrente nominale, potere di interruzione, n. poli, sgaciatori, ecc.) sono riportate sugli schemi unifilari di progetto.

Tipo Scheneider NS (>630A) e NSX (<630A) o equivalente

4.6.8 Dispositivo di commutazione automatica rete/gruppo elettrogeno

L'automatismo deve creare un sistema di commutazione con le seguenti funzioni automatiche:

- commutazione da una sorgente all'altra in base alla presenza di tensione UN sulla sorgente "Normale"
- comando del gruppo elettrogeno
- comando del distacco e del riattacco dei circuiti non prioritari

- commutazione sulla sorgente "Riserva" in assenza di una delle fasi della sorgente "Normale"

Il dispositivo di commutazione dovrà inoltre comprendere un dispositivo di interblocco elettromeccanico sugli interruttori di potenza che effettuano la commutazione, in modo da impedire il funzionamento del gruppo elettrogeno in parallelo con la rete.

Caratteristiche tecniche:

- Commutatore a 4 posizioni: Funzionamento automatico / Marcia forzata sulla sorgente "Normale" / Marcia forzata sulla sorgente "Riserva" / Arresto (apertura delle sorgenti "Normale" e "Riserva")
- Funzionamento automatico: Controllo della sorgente "Normale" e trasferimento automatico / Comando del gruppo elettrogeno / Arresto temporizzato del gruppo elettrogeno (regolabile) / Distacco e riattacco dei circutiti non prioritari / Commutazione sulla sorgente “Riserva” in caso di assenza di una fase della sorgente “Normale”
- Prova: Con il pulsante di prova sul fronte dell'automatismo
- Segnalazione: Segnalazione dello stato dell'interruttore sul fronte dell'automatismo: aperto, chiuso, sganciato su guasto / Contatto di segnalazione di funzionamento in modo automatico
- Funzioni supplementari: Selezione del tipo di sorgente "Normale" (monofase o trifase) / Ordine di commutazione volontaria alla sorgente "Riserva" (ad es. comandi di gestione dell'energia) / Durante i periodi di tariffa di picco (comandi di gestione dell'energia), possibilità di marcia forzata sulla sorgente "Normale" se la sorgente di "Riserva" non è operativa / Contatto aggiuntivo (non incluso nell'automatismo) Trasferimento alla sorgente "Riserva" solo se il contatto è chiuso (ad es. controllo della frequenza di UR) / Impostazione del tempo massimo di avvio della sorgente di emergenza
- Opzione di comunicazione
- Tensioni di comando: 110 V / 220 ... 240 V 50/60 Hz / 380 ... 415 V 50/60 Hz / 440 V 60 Hz
- Soglie operative: Assenza di tensione 0,35 Un ≤ tensione ≤ 0,7 Un / Caduta di fase 0,5 Un ≤ tensione ≤ 0,7 Un / Presenza di tensione tensione ≥ 0.85 Un
- Grado di protezione IP (EN 60529) e grado di protezione IK contro gli impatti meccanici esterni (EN 50102): Frontale IP40 / Laterale IP30 / Connettori IP20 / Frontale IK07
- Caratteristiche dei contatti di uscita (contatti puliti, privi di potenziale): Corrente nominale di impiego (A) 8 / Carico minimo 10 mA a 12 V / Contatti di uscita Posizione del commutatore Auto/Stop; Distacco dei carichi e ordine di ricollegamento: Ordine di avviamento del gruppo elettrogeno

Tipo Scheneider UA (o equivalente)

4.6.9 Interruttori magnetotermici modulari

Gli interruttori di protezione magnetotermici modulari devono associare le seguenti funzioni:

- protezione dei circuiti contro i cortocircuiti,
- protezione dei circuiti contro i sovraccarichi,
- funzione di isolamento in conformità con la norma CEI EN 60947-2.
- segnalazione di sganciato attraverso un indicatore meccanico di colore rosso sul fronte dell'interruttore (VisiTrip).
- VisiSafe: garantisce il sezionamento del circuito a valle. L'indicatore verde di sezionamento è interbloccato meccanicamente con i contatti dell'interruttore magnetotermico. Inoltre garantisce elevate prestazioni in termini di tensione di tenuta a impulso (Uimp), tensione di isolamento, grado di inquinamento.

Caratteristiche principali Secondo CEI EN 60947-2:

- Tensione di isolamento (Ui): 500 V CA
- Grado di inquinamento: 3
- Tensione nominale di tenuta ad impulso (Uimp): 6 kV
- Intervento termico Temperatura di riferimento: 50 °C
- Intervento magnetico: Curva B 4 In ± 20 %; Curva C 8 In ± 20 %; Curva K 12 In ± 20 %; Curva Z 3 In ± 20 %
- Categoria d'impiego: A
- Grado di protezione (CEI EN 60529): Solo interruttore IP20; Interruttore in quadro modulare IP40 - Classe di isolamento II
- Durata (O-C) Elettrica 10.000 cicli - Meccanica 20.000 cicli
- Categoria di sovratensione (CEI EN 60364): IV
- Temperatura di funzionamento: da -35°C a +70°C
- Temperatura di stoccaggio: da -40°C a +85°C
- Tropicalizzazione (CEI EN 60068-1): Esecuzione 2 (umidità relativa 95 % a 55°C)

Gli interruttori saranno corredati di tutti gli accessori previsti sugli schemi di progetto (es. contatti ausiliari, bobine di apertura, ecc.).

Le caratteristiche dettagliate degli interruttori (es. corrente nominale, potere di interruzione, n. poli, ecc.) sono riportate sugli schemi unifilari di progetto.

4.6.10 Blocchi differenziali modulari

I blocchi differenziali modulari, da associare o già associati ad un interruttore, devono integrare in un solo involucro il relè differenziale ed il toroide. Lo sganciatore a corrente residua è di tipo elettromeccanico e funziona senza fonti di alimentazione ausiliaria. Tutti i blocchi differenzili associabili agli interruttori magnetotermici devono essere corredati di dispositivi di interdizione che ne impediscono l'errato montaggio per corrente nominale e numero di poli in conformità alla norma CEI EN 61009-1.

Associazione interruttore magnetotermico + blocco differenziale:

- montaggio senza blocco (smontaggio possibile)
- montaggio con blocco (smontaggio possibile ma con traccia visibile dell'avvenuto smontaggio in conformità alla norma CEI EN61009-1).

Insieme omogeneo conforme alle norme CEI EN 61009-1 e CEI EN 61009-2-1, in particolare l'interruttore magnetotermico differenziale conserva tutte le caratteristiche dell'interruttore magnetotermico associato compresa la soglia di intervento termico. Tutti gli interruttori magnetotermici associati ad un blocco differenziale devono garantire la possibilitàdi associare tutti gli ausiliari elettrici di segnalazione o di sgancio a distanza.

Le caratteristiche dettagliate degli interruttori (es. corrente differenziale nominale, ecc.) sono riportate sugli schemi unifilari di progetto.

4.6.11 Rele' differenziali di tipo B

- Ampio display LCD a matrice di punti.
- Design user-frendly e semplicità di utilizzo con cambio colore del display (setup-azzurro, verde-misura, rosso-allarme).
- Misura della corrente differenziale in TRMS (con visualizzazione in % della composizione della corrente di dispersione dell'impianto in AC e in DC).

- Pagina dedicata alla visualizzazione in TRMS della corrente differenziale suddivisa in AC e DC.
- sistema di diagnostica (con messaggio sul display della causa del malfunzionamento o di avvenuto allarme).
- Ampio range di alimentazione ausiliaria: 48 ÷ 400Vca e 24 ÷ 240Vcc.
- 2 soglie d'intervento: TRIP ed ALARM con 2 contatti di uscita NA-C-NC.
- Verifica permanente del collegamento e funzionamento della bobina di apertura (selezionabile da setup).
- Verifica permanente del collegamento e funzionamento dei trasduttori toroidali.
- Verifica permanente dell'elettronica di bordo.
- Disponibili versioni da incasso (96x96x51mm) o per montaggio su guida Din (6 Din).
- Istogramma grafico indicativo della corrente di dispersione suddiviso tra AC e DC.
- L'installazione necessita di 2 trasduttori toroidali (serie D per dispersioni AC e serie B per dispersioni DC).
- Sicurezza positiva selezionabile.
- Comunicazione modbus
- Ingombri: 96x96x51 o DIN

Tipo Dossena DER4B o equivalente

4.6.12 Limitatori di sovratensioni classe I+II

- Scaricatore combinato per corrente da fulmine di tipo 1+2
- Installazione con parafulmine secondo VDE 0185-305 (IEC 62305)
- Capacità di scarica di corrente da fulmine 12,5 kA (10/350) per polo e fino a 50 kA (10/350) totale
- Limitatore modulare estraibile completo di sistema di disconnessione e indicatore visivo di stato
- Connessione ad incastro con protezione da vibrazione e codifica della tensione
- Plastica secondo UL 94 V-0
- Le versioni FS sono dotate di contatto in scambio, privo di potenziale, per la segnalazione di guasto a distanza

Tipo Obo Bettermann V50-3+NPE (o equivalente)

4.6.13 Limitatori di sovratensioni classe II

Limitatore di sovratensione di tipo 2 per installazione in quadri principali e sottoquadri di distribuzione.

- Installazione per la protezione da sovratensione secondo VDE 0100-443 (IEC 60364-4-44)
- Capacità di scarica fino a 40 kA (8/20) per polo tramite varistori ad alte prestazioni
- Limitatore modulare a cartuccia estraibile completa di sistema di disconnessione e indicatore visivo di stato
- Connessione ad incastro con protezione da vibrazione
- Involucro in plastica secondo UL 94 V-0
- Le versioni FS sono dotate di contatto ausiliario in scambio pulito, privo di potenziale, per la segnalazione di guasto a distanza

Tipo Obo Bettermann V20-3+NPE (o equivalente)

4.6.14 Portafusibili sezionatori 10,3x38

- Corrente nominale [In] 2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A
- Tensione d'isolamento (Ui) 500 V
- Capacità di interruzione secondo IEC 60947-2 max. 400 V 8 kA
- Grado di inquinamento 3
- Frequenza di funzionamento 50/60 Hz
- Grado di protezione Limitatore in cass. modulare IP40 Classe d'isolamento II
- Temperatura di funzionamento da -20°C a +60°C
- Temperatura di stoccaggio da -40°C a +80°C
- Sezionamento visualizzato per apertura del cassetto. Cassetto porta-fusibili imperdibile Alloggiamento supplementare per posizionare un fusibile di ricambio.
- Segnalazione intervento fusibile (opzionale) Accesa a fusibile fuso
- Colore RAL7035
- Norme di riferimento IEC 60269-1/2 IEC EN 60947-3

Tipo Schneider Electric STI (o equivalente)

4.6.15 Portafusibili sezionatori 14x51 e 22x58

- Corrente nominale 14x51 [In] 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 12 A, 40 A, 50 A
- Corrente nominale 22x58 [In] 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A
- Tensione d'isolamento (Ui) 690 V CA
- Categoria d'impiego AC20B.
- Sezionamento: per apertura del cassetto.
- Tensione nominale di tenuta ad impulso (Uimp) 8 kV
- Caratteristiche aggiuntive
- Grado di protezione Solo limitatore IP20 Limitatore in cass. modulare IP40
- Temperatura di funzionamento -20°C to +60°C
- Temperatura di stoccaggio da -40°C a +80°C
- Segnalazione intervento fusibile Spia accesa
- Colore RAL7035
- Norme di riferimento IEC EN 60947-3

Tipo Schneider Electric SBI (o equivalente)

4.6.16 Strumento misura multifunzione

- Tipo di misura: Potenza attiva e reattiva, Potenza apparente, Corrente, Tensione, Energia, Fattore di potenza, Frequenza, Distorsione armonica totale corrente THD (I), Distorsione armonica totale tensione THD (U)
- Supply voltage: 100...277 V "CA" 45...65 Hz 173...480 V "CA" 45...65 Hz 100...300 V DC
- Frequenza di rete: 60 Hz, "50 Hz"
- Corrente nominale [In]: 5 A, 1 A

- Tipo of rete: 1P + N, 3P, 3P + N
- Potenza assorbita in VA: 5 VA
- Tipo display: LCD retroilluminato
- Risoluzione display: 128 x 96 pixels
- Tasso di campionamento: 32 campioni/ciclo
- Misura di corrente: 0,02…1,2 A 0,05…6 A
- Tipo di ingresso analogico: corrente 0...5 A corrente 0...1 A
- Tensione di misura: 50…330 V "CA" 45...65 Hz diretto 50…330 V "CA" 45...65 Hz da fase a neutro 80…570 V "CA" 45...65 Hz diretto 80…570 V "CA" 45...65 Hz da fase a fase 570…999000 V "CA" 45...65 Hz con VT esterno
- Campo di misura della frequenza: 45…65 Hz
- Precisione di misura Corrente: 0.003 0,5...6 A, Corrente 0.005 0,1...1,2 A, Tensione 0.003 50...330 V, Tensione 0.003 80...570 V
- Classe di precisione: Classe 0.5S energia attiva conforme a IEC 62053-22, Classe 1 energia attiva conforme a IEC 62053-21, Classe 2 energia reattiva conforme a IEC 62053-23, Classe C energia attiva conforme a CEI EN 50470-3
- Protocollo: porta comunicazione Modbus a 9,6...38,4 kbauds RS485
- Registrazione dati: Indicazione dell'ora Min/max dei valori istantanei 5 allarmi
- Supporto di montaggio: Guida DIN
- Norme di riferimento IEC 61557-12 CEI EN 50470-3 EN 61010-1 CEI EN 50470-1 EN 61557-12 UL 61010-1 IEC 62052-11

Tipo Schneider Electric PM3250 (o equivalente)

4.7 Pulsante comando di emergenza

Centralino stagno per sistemi di emergenza rosso RAL 3000 equipaggiato con pulsante d'emergenza illuminabile e due 1NC+1NA espandibili fino a 4 contatti. Predisposto per impiego di LED verde di segnalazione dell'integrità circuito di emergenza. Corredato di 1 pulsante lungo ad azionamento automatico alla rottura del vetro o pulsante corto per azionamento manuale.

- Colore Rosso RAL 3000
- Grado di protezione IP55
- Materiale Tecnopolimero Halogen free secondo norma EN 60754-2
- Tensione nominale (V) 400
- Resistenza al filo incandescente 650 °C
- N. contatti installabili 4
- Normativa EN 60670-1 (CEI 23-48) IEC60670-24 CEI 23-49
- Classe isolamento II
- Dim. esterne BxHxP (mm) 120x120x50
- Installazione Parete

- Resistenza agli urti IK08
- Temperatura di impiego -25 +60 °C
- Termopressione con biglia 70 °C
- Tensione di isolamento 750 V

Tipo Gewiss GW42201 (o equivalente)

4.8 Prese industriali

Prese con interruttore di blocco senza protezione. L'interblocco meccanico deve permettere la manovra dell'interruttore solo con la spina inserita a fondo e l'estrazione della spina solo con l'interrruttore in posizione "0". Dimensioni modulari per consentire la combinabilità con tutti gli altri componenti della serie.

Caratteristiche:

- interruttore atto all'utilizzo in categoria AC22A (16/32A), AC3, AC23A e AC22A (63A);
- interruttore con manovra lucchettabile dall'esterno in posizione di "0";
- grado di protezione secondo norme CEI EN 60529: IP44 e IP65 (16A e 32A), IP65 (63A);
- grado di protezione contro gli impatti meccanici esterni secondo norme CEI EN 62262: IK 09
- resistenza al fuoco ed al calore anormale secondo norme CEI EN 60695-2-11: 750 °C (glow wire)
- materiale: involucro in tecnopolimero autoestinguente colore RAL 7035

Tipo Schndeider Unika (o equivalente)

4.9 Apparecchi di illuminazione

Ogni paratoia sarà provvista di un punto luce di illuminazione da 2x24 W, montata su palo in acciaio DN 100 mm con plinto in c.a. (cls C30/35 armato a 80 kg di acciaio a mc di cls) dimensioni 80x80x80 cm.

Tutti gli apparecchi di illuminazione che si intende utilizzare dovranno essere sottoposti **preventivamente alla D.L.** per approvazione e presentare unitamente all'apparecchio anche il calcolo illuminotecnico dell'ambiente considerato.

Saranno utilizzati esclusivamente apparecchi di illuminazione con tecnologia a LED.

4.9.1 Armatura stradale LED

Armatura stradale con corpo e telaio in alluminio pressofuso con bassissima superficie di esposizione al vento e alette di raffreddamento integrate nella copertura, ottica realizzata in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV, attacco palo in alluminio pressofuso provvisto di ganasce per il bloccaggio dell'armatura secondo diverse inclinazioni, diffusore in vetro trasparente sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001), verniciatura a polvere, corredato di dispositivo automatico di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con rispristino automatico, protezione contro gli impulsi conforme alla EN 61547 con dispositivo elettronico dedicato alla protezione del modulo LED, completo di connettore stagno IP67 per il collegamento alla linea, LED Ta -30 + 40°C vita utile 80.000h al 80% L80B20, classificazione rischio fotobiologico gruppo di rischio esente, fattore di potenza >0.9. 78W 3000K 11221 lumen CRI 70.

Tipo Disano 3285 Rolle - High Performance (o equivalente)

4.9.2 Plafoniere industriali LED 2x24W

ILLUMINOTECNICHE - Rendimento luminoso 100% (DLOR 97%, ULOR 3%). Flusso luminoso iniziale dell'apparecchio 7911 lm. Distribuzione simmetrica controllata. Interdistanza installazione Dtrasv.= 1,52 x hu - Dlong. = 1,17 x hu. UGR tabellare (CIE 117 - 4H-8H; S=0,25H; 70/50/20): RUG 24,4 - 23,5. Angolo di apertura: 94° - 78°. Efficacia luminosa 145 lm/W. Durata utile (L93/B10): 30000 h. (tq+25°C); Durata utile (L90/B10): 50000 h. (tq+25°C); Durata utile (L85/B10): 80000 h. (tq+25°C); Durata utile (L80/B10): 100000 h. (tq+25°C); Durata utile (L85/B10): 50000 h. (tq+35°C); Decadimento repentino del flusso luminoso dopo 50000 h: 0% (C0). Sicurezza fotobiologica conforme alla IEC/TR 62778: gruppo di rischio esente RG0 (IEC 62471). Conformità alle norme IEC/EN 62722-2-1 - IEC/EN 62717. - SORGENTE - 2 moduli LED lineari da 24W/840. Classe di efficienza energetica (UE 2019/2020 - UE 2019/2015): D. Indice di resa cromatica CIE 13.3: CRI >80 (R9 <50%). Indice di Fedeltà cromatica IES TM-30: Rf = 84 Rg = 95. Temperatura di colore nominale CCT 4000 K. Tolleranza iniziale del colore (MacAdam): SDCM 3. - MECCANICHE - Corpo in policarbonato autoestinguente V2, stampato ad iniezione, colore grigio RAL 7035. Guarnizione di tenuta, ecologica, antinvecchiamento, iniettata. Schermo in policarbonato fotoinciso internamente, autoestinguente V2, stabilizzato agli UV, stampato ad iniezione, con superficie esterna liscia, apertura antivandalica. Riflettore portacablaggio in acciaio zincato a caldo, verniciato a base poliestere bianco. Scrocchi di sicurezza a scomparsa filo corpo, in acciaio inox, per fissaggio schermo, apertura tramite cacciavite. Staffe di fissaggio in acciaio inox. Possibilità di accesso all'interno dell'apparecchio per addetti ai lavori. Apparecchio a temperatura superficiale limitata. - D - (EN 60598-2-24); Dimensioni: 1270x160 mm, altezza 100 mm. Peso 2,699 kg. Grado di protezione IP66. Resistenza meccanica agli urti IK10 (20 joule). Resistenza al filo incandescente 850°C. Classe di reazione al fuoco 1 (UNI 9177). - ELETTRICHE - Cablaggio elettronico Halogen Free 230V-50/60Hz, fattore di potenza 0,97, THD <25%, corrente costante in uscita, SELV, classe I, 1 driver. Potenza dell'apparecchio 54,5 W. ENEC - CE. SAFE FLICKER: PstLM=<1 e SVM=<0,4 (IEC TR 61547-1 e IEC TR 63158), a garanzia di una luce più confortevole e sicura. Apparecchio conforme EN 60598-2-22 per alimentazione da un sistema di emergenza centralizzato CPSS. Temperatura ambiente da -20°C fino a +35°C. Classe di temperatura T6 max 85°C. Umidità relativa UR: <85%. - INSTALLAZIONE - Soffitto / Sospensione / Parete. Apparecchio progettato per essere smaltito/riciclato a fine vita.

Tipo 3F Filippi Linda LED 2x24W L1270 (o equivalente)

4.10 Impianto di terra e relative componenti

4.10.1 Corda nuda di rame

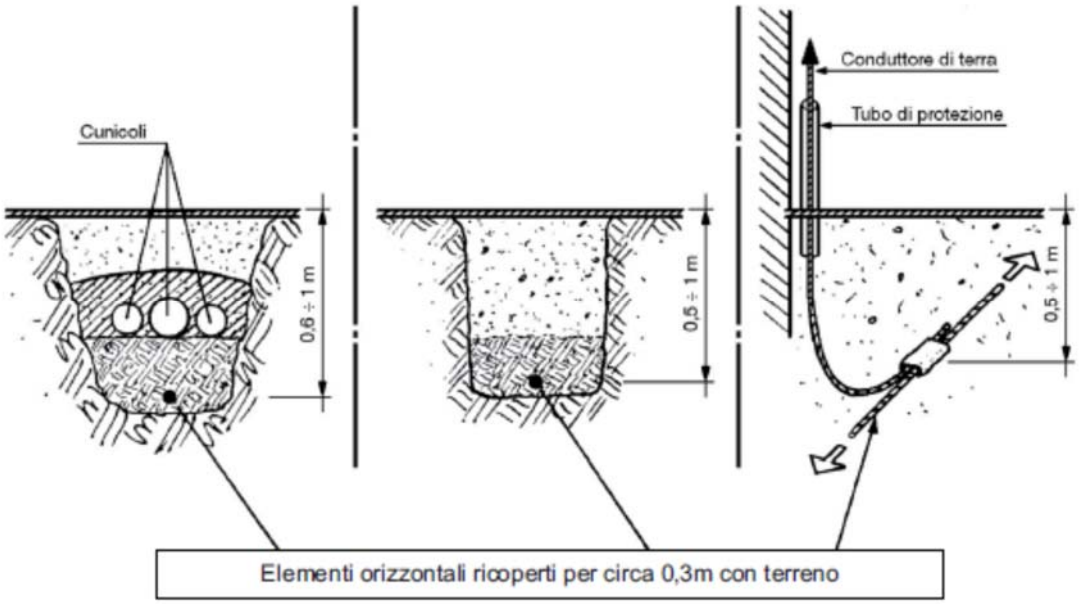
Corda di rame rosso ricotto, puro al 99,9%, per impianti di messa a terra. Sforzo di trazione massimo: 50 N/mmq. Raggio minimo curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo. Conforme a CEI-UNEL 01437. Sezioni 35mmq (7x2,51mm), 50mmq (7x3mm), 70mmq (19x2,13mm), 95mmq (19x2,49mm), 120mmq (37x2,01mm), 150mmq (37x2,22mm), 185mmq (37x2,46mm), 240mmq (61x2,22mm).

4.10.2 Dispersore a picchetto

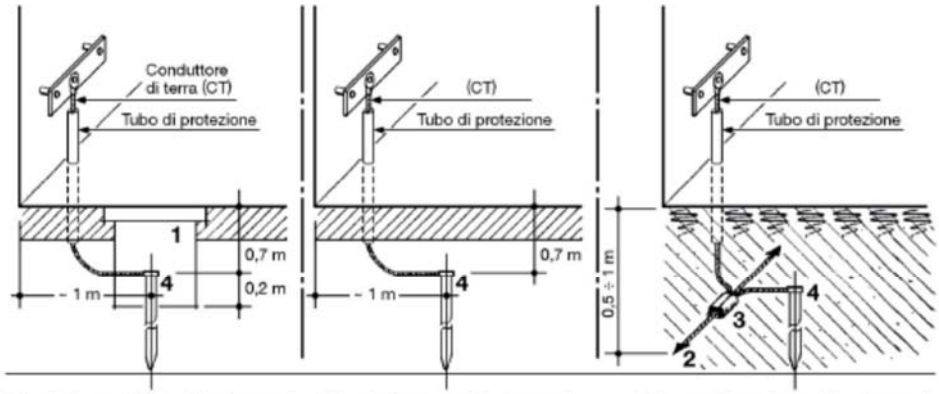
Dispersore con profilo a croce 50 x 50 x 5 mm, in acciaio zincato a caldo per immersione, con morsetto di collegamento, 1 foro passante Ø 13 mm, 2 fori passanti Ø 11 mm, lunghezze 1000/1500/2000mm.

L'impianto di terra sarà eseguito nel seguente modo:

- corda di rame nuda, sezione 50 mm² direttamente interrata posata lungo il percorso indicato sullo schema elettrico topografico Elab. n. 2.5.



- Attorno alle utenze elettriche si prevede la posa di vari picchetti in acciaio zincato (lunghezza 1,5 m).



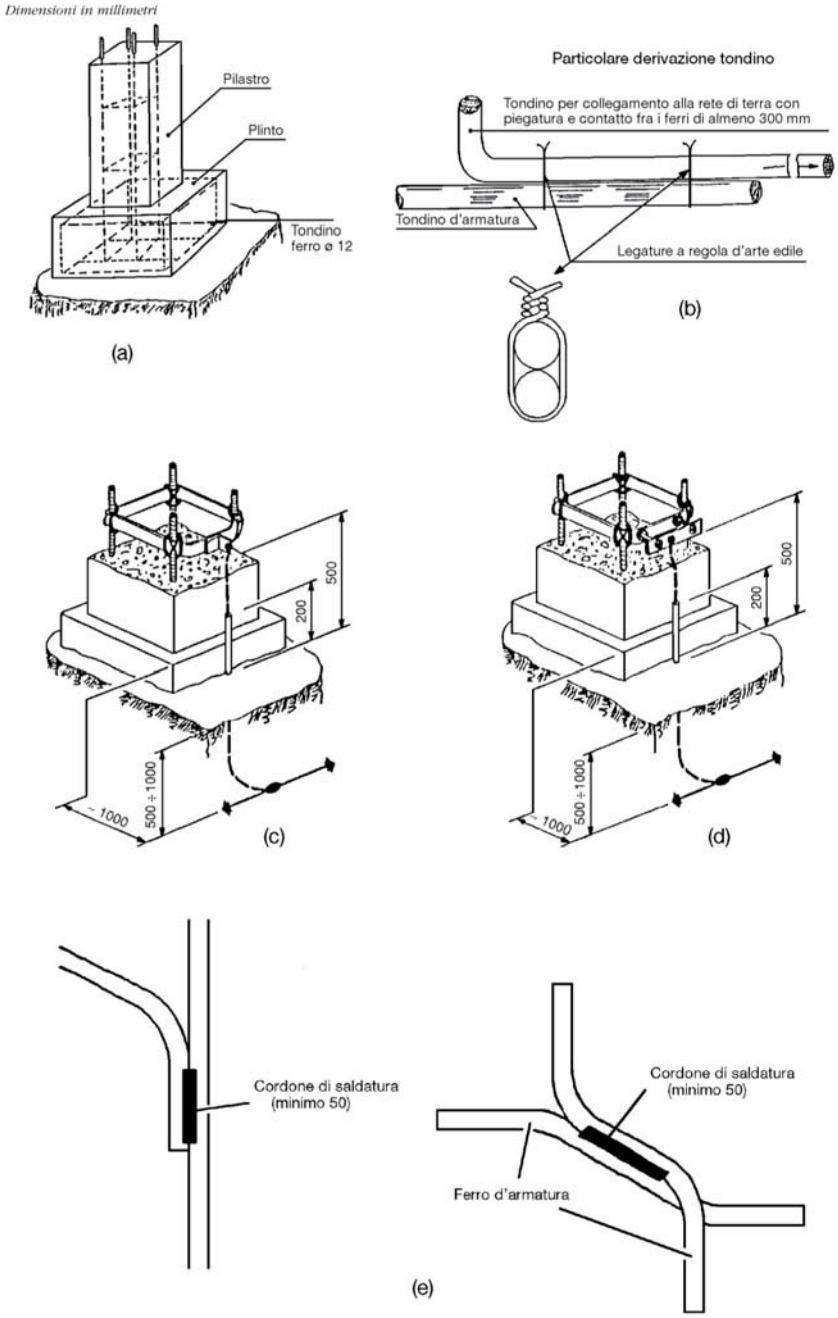
(a) picchetto (4) a più elementi con pozzetto (1) con coperchio

(b) picchetto a più elementi

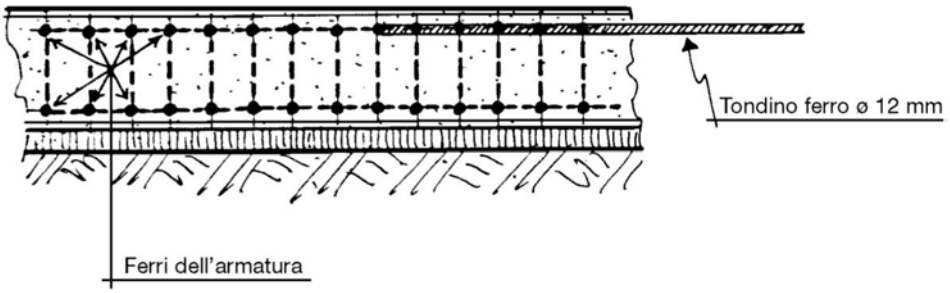
(c) combinazione di elementi verticali ed orizzontali (2) con collegamento realizzato mediante morsetto (3) a pressione con viti (evitando il taglio del conduttore)

In linea di principio tutte le Norme CEI (64-8, 11-1, 81-10) ammettono di poter utilizzare, come elementi di fatto del dispersore, i ferri dell'armatura del calcestruzzo armato che diventano adatti e permangono tali per effetto dell'umidità assorbita dal manufatto cementizio. Si illustrano e si indicano di seguito alcune operazioni per una loro corretta utilizzazione:

- nel caso di manufatti in c.a. è indispensabile portare all'esterno dei plinti e delle platee un tratto di conduttore (materiale e sezione conformi al progetto) di sufficiente lunghezza per le successive operazioni di connessione agli altri elementi del dispersore; nel caso di utilizzo di plinti prefabbricati è opportuno richiedere al costruttore la predisposizione di un collegamento fra i ferri dell'armatura ed un punto accessibile dall'esterno (per es. piastra metallica, vite con diametro minimo 10 mm, tondino dell'armatura, ecc.);

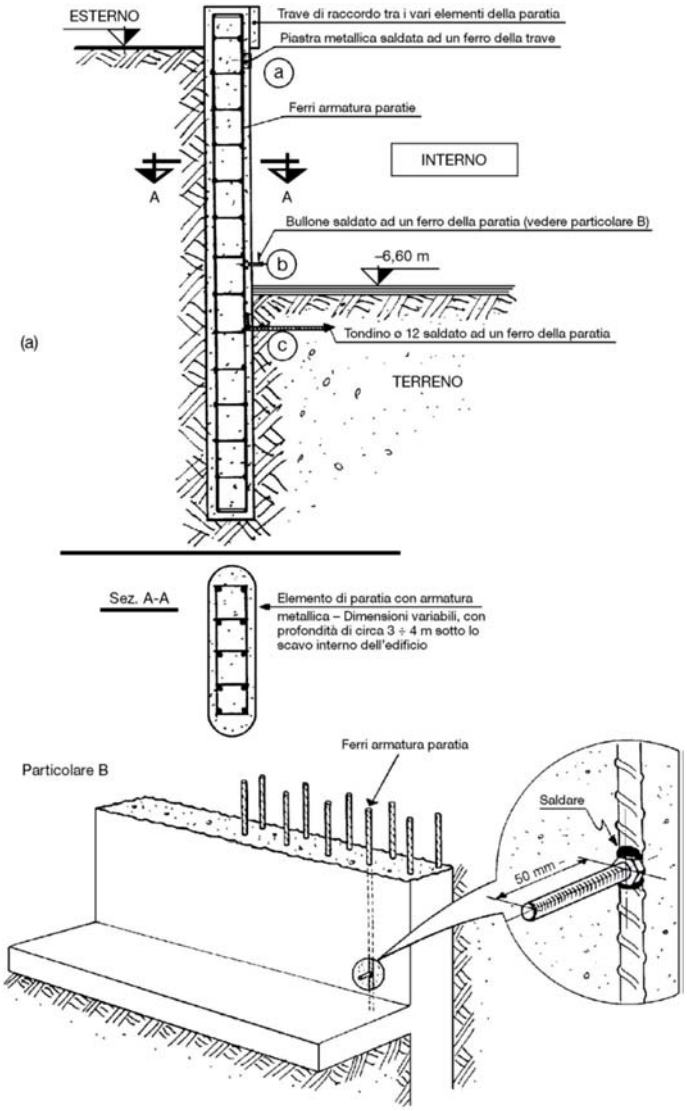


Esempi di plinti di pilastri e di connessioni ai ferri dell'armatura



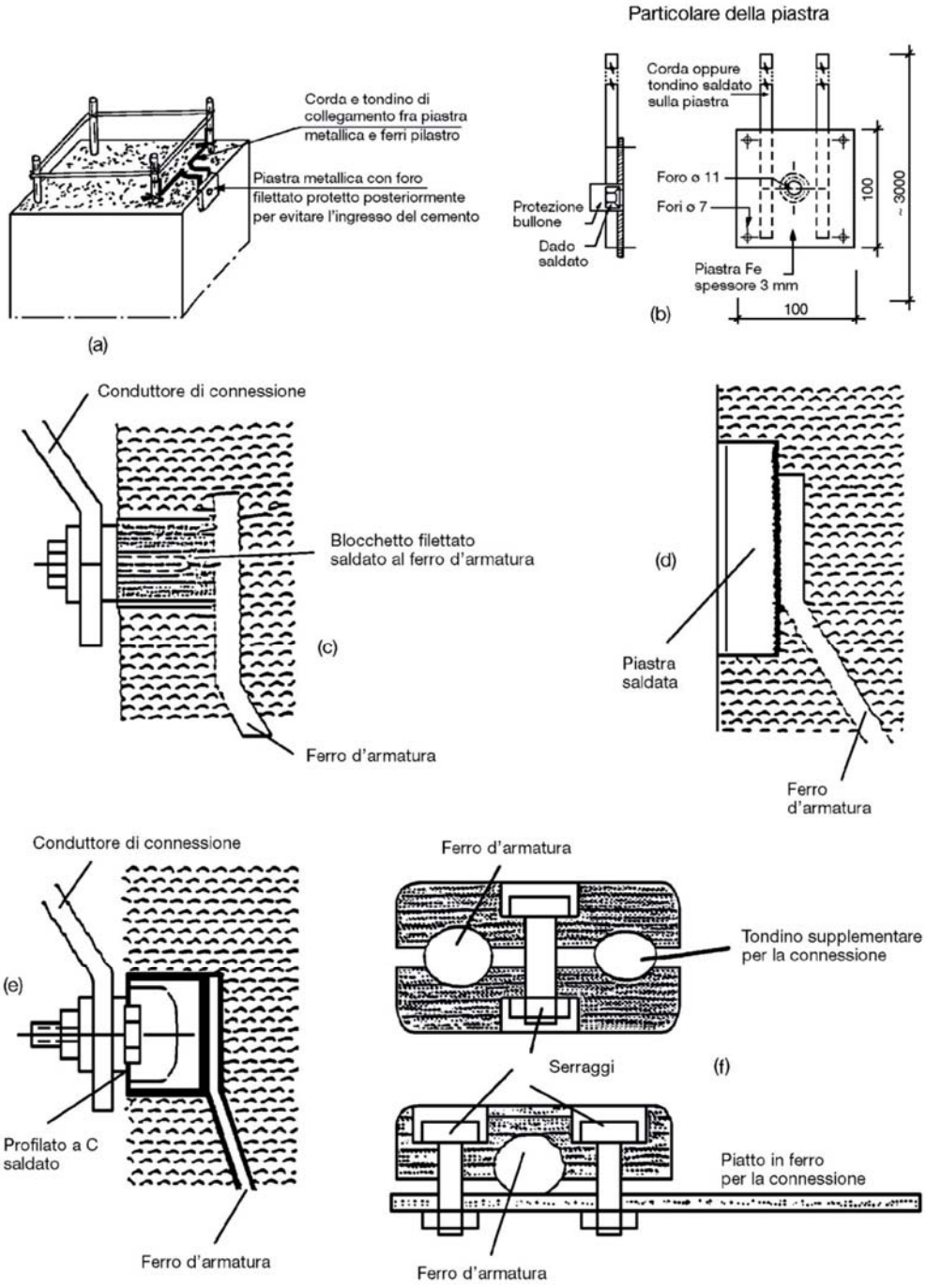
Esempio di platea di fondazione con connessione ai ferri dell'armatura

- nel caso di paratie di contenimento è opportuno stabilire la continuità tra gli elementi che le compongono e riportare all'esterno un conduttore di idonee caratteristiche;



Esempio di paratia di contenimento con connessioni ai ferri dell'armatura

Si precisa che, intervenendo prima delle gettate finali interessate, è necessario saldare o collegare mediante morsetti il conduttore citato nei casi precedenti ad almeno due ferri principali dell'armatura, e che, in sostituzione del conduttore uscente dal dispersore di fatto, si può installare una piastra metallica saldata o collegata ai ferri dell'armatura.



Esempi di collegamento ai ferri del manufatto in c.a. con piastra metallica (o con altri elementi metallici) incorporata nel getto del calcestruzzo, particolarmente

All'impianto di terra si attesteranno i conduttori di protezione principali ed i conduttori equipotenziali per collegare le masse estranee e le masse presenti.

In corrispondenza di ciascuna zona (vedasi Elab. n. 2.5) sarà installato un nodo equipotenziale a cui si collegheranno i collegamenti equipotenziali supplementari ed i conduttori di protezione di ciascun quadro di zona.

I collegamenti equipotenziali saranno eseguiti con conduttori di idonea sezione (colore della guaina G/V) collegati al nodo equipotenziale. I collegamenti equipotenziali saranno eseguiti sulle tubazioni metalliche, ai ferri del cemento armato, alle reti elettrosaldate delle strutture, ecc.

La sezione dei conduttori di protezione di ogni circuito dovrà risultare pari a quella dei rispettivi conduttori di fase sino alla sezione di 25 mm^2 e poi per sezioni maggiori potranno risultare pari alla metà della fase.

I conduttori di protezione saranno posati nella medesima conduttura dei rispettivi conduttori di fase.

La ditta installatrice dovrà fornire tutte le garanzie sull'efficienza del dispersore di terra.

Sarà a cura della ditta installatrice verificare che l'impianto di terra sia coordinato con le protezioni come richiesto dalla normativa vigente.

La ditta dovrà al termine dei lavori realizzare la misura dell'impianto disperdente di terra. L'utilizzatore dell'impianto dovrà provvedere alla denuncia dell'impianto di messa a terra come richiesto dal D.P.R. 462/01, inviando all'INAIL ed all'ARPA la Dichiarazione di Conformità con i relativi moduli di accompagnamento. Successivamente dovranno essere eseguite le verifiche periodiche a cura di un Ente Notificato.