



Regione Veneto

Provincia di Treviso

COMUNE DI SALGAREDA

VAZZOLA, 26.06.2023.

Progetto:

REALIZZAZIONE DI NUOVO CENTRO DI RACCOLTA (ECOCENTRO)

Via Risorgimento CP, 3 - 31040 SALGAREDA (TV)

Committente:

SAV.NO. S.p.A. (TV)

Via Maggior Piovesana n. 158/B - 31015 CONEGLIANO (TV)

Proprietà:

SOCIETA' AGRICOLA AGRIBONOTTO S.S.

Via Opus Il n. 5 - 31040 SALGAREDA (TV)

Promittente Acquirente:

COMUNE DI SALGAREDA (TV)

Via Roma n. 111 - 31040 SALGAREDA (TV)

Documento

REL_EL RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO DECRETO 22 GENNAIO 2008 N. 37.



Mara Grassi
ARCHITETTO

Viale Gina Roma, 1/B
31028 Vazzola (TV)
Tel. 0438 489060
Cel. 347 8712599
arch.maragrassi@gmail.com

**PRESTAZIONALE TECNICO
IMPIANTO ELETTRICO
DECRETO 22 GENNAIO 2008 N.37**

INDICE:

- Raccolta dati di progetto:

- Attività
- Caratteristiche strutture edilizie

Principali norme per gli impianti elettrici

- Protezione contro le scariche atmosferiche

Relazione specifica di verifica della protezione della struttura contro i fulmini

- Classificazione Volumi

Descrizione dei volumi in oggetto ai fini della progettazione

- Piazzale ecocentro
 - Classificazione volumi
 - Scelta dell'impianto elettrico

- Realizzazione degli impianti elettrici

- Criteri di esecuzione degli impianti elettrici in ambienti ordinari

- Impianto elettrico

Struttura dell'impianto elettrico

- Dati tecnici impianto
 - Fornitura energia elettrica
 - Elenco caratteristiche quadri elettrici di protezione
- Descrizione degli impianti
 - Impianto di ricezione energia elettrica
- Descrizione impianti elettrici nei vari ambienti
 - Impianto illuminazione e forza motrice ecocentro

- Impianto di Terra

- Impianto di protezione e di terra
- Dispersori di terra

- Sistemi di protezione e di comando

Protezione contro i contatti diretti e indiretti

- Verifiche al calcolo per la protezione dai contatti indiretti

- Accorgimenti antisismici

- **Consistenza degli impianti da realizzare**

- **Prezzi**

- **Esecuzione dei lavori**

- **Opere murarie**

- **Qualità e provenienza dei materiali**

- **Verifiche**

Opere Elettriche

Esame a vista

Verifica della sfilabilità dei cavi

Misura delle cadute di tensione

Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

- **Modalità di misurazione**

Opere Elettriche

Canalizzazioni e cavi

Apparecchiature in generale e quadri elettrici

- **Spese ed oneri della ditta appaltatrice**

- **Relazione di calcolo**

- Dati di carico
- Cavetteria
- Condizioni di guasto
- Protezioni
- Magliatura

RELAZIONE

OGGETTO

Oggetto dell'appalto e della presente relazione tecnica specialistica è la descrizione delle opere, circa il centro di raccolta (ecocentro) gestito dalla ditta SAV.NO. S.p.a. che sarà ubicato in Via Risorgimento Cp, n. 3 nel comune di Salgareda (TV), l'intervento consiste nella costruzione dello stesso con tutti gli impianti elettrici necessari.

Dati strutturali ai fini dell'impianto elettrico:

- progettazione degli impianti, Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.
- edifici adibiti a sede di società, Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.
- superficie superiore a 200m² Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.
- presenza di ambienti soggetti a normativa specifica (normativa CEI) Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.

- Attività

Caratteristiche dell'attività al fine della classificazione dei volumi per la sicurezza impianti elettrici:

- ambiente esterno con uso gravoso per quanto riguarda la protezione meccanica e contro le intemperie per possibili e frequenti sforzi meccanici e/o urti accidentali
- si prevede la presenza di liquidi incombustibili e conduttrici (acqua)
- la natura di materiali trattati dall'attività è quella standard per i centri di raccolta rifiuti SAV.NO. tutti stoccati in container metallici separati trasferiti settimanalmente ai centri di smistamento e riciclaggio;
- non si prevede la presenza di materiali solidi, liquidi o aeriformi infiammabili, (o se presenti, in quantità non rilevanti ai fini della classificazione) o che possano generare atmosfera pericolosa;
- l'attività è stata esplicitamente dichiarata dalla committenza non soggetta e non rientrante nell'elenco del DPR 1° agosto 2011 n.151 (elenco attività soggette ai controlli di prevenzione incendi e disciplina di prevenzione incendi).

L'eventuale futuro insediamento di materiali, macchinari e/o attività diverse o aggiuntive che comportino la modifica delle condizioni riportate nel presente progetto e classificazione dei volumi, con aggravio del rischio, comporterà obbligatoriamente la modifica ed aggiornamento del presente progetto.

- Caratteristiche strutture edilizie

Non vi sono strutture fisse non rimovibili nella piazzola ecocentro, piazzale cementato con box ufficio prefabbricato, tettoia, container e rampa in struttura di acciaio zincato.

- PRINCIPALI NORME PER GLI IMPIANTI ELETTRICI

Norme e decreti:

Decreto 22 gennaio 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.
CEI 64-8 VIII ^a ed. e s.m.i.	Norme relative agli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000Vca e 1500Vcc e integrazioni parte 7;
CEI 11-17	Norme relative agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
CEI 11-25 (EN 60909-0)	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti;
CEI 11-27	Lavori su impianti elettrici;
CEI 11-48 (EN 50110)	Esercizio di impianti elettrici;
CEI 15-26 (EN60085)	Isolamento elettrico - Valutazione termica e designazione;
CEI 17-5 (EN60947-2)	Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici;
CEI 17-86	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto ad un guasto interno;
CEI 17-113 (EN61439-1)	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
CEI 17-114 (EN61439-2)	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
CEI 17-118 (EN61439-6)	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 6: Sistema di condotti sbarre;
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
CEI 64-52	Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici .
CEI 17-5 (EN 60947-2)	Apparecchiature a bassa tensione ;
CEI 17-70	Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione;
CEI 20-22.II	Prove d'incendio su cavi elettrici ;
CEI 20-27	Cavi per energia e per segnalamento ;

CEI 20-35	Prova di non propagazione della fiamma sui cavi elettrici;
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 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI EN 50086-1	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
CEI 100-7	Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti d'antenna, ricezione radiofonica e televisiva;
CEI 23-3	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
CEI 23-50	Prese a spina per usi domestici e similari ;
CEI 23-21	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per uso domestico e similare ;
CEI 23-22	Canalette porta cavi in materiale plastico per quadri ;
CEI 23-51	Quadri domestici ;
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri ;
CEI 34-22	Apparecchi per illuminazione di emergenza;
UNI EN 1838	Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza;
UNI EN 12464-1	Luce ed illuminazione - illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni;
CEI 2-3	Norme relative alle macchine elettriche rotanti ;
CEI 70-1	Codice di classificazione dei gradi di protezione IP;
CEI 70-3	Codice di classificazione dei gradi IK;
CEI UNEL 00721	Colori di guaina dei cavi elettrici
CEI UNEL 35011	Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione;
CEI UNEL 35012	Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco;
CEI UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati 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;

CEI EN 62305-1	"Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI EN 62305-2	"Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio" Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI EN 62305-3	"Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita" - Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI EN 62305-4	Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture - Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI 81-3	"Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico." Maggio 1999;
CEI 31-30 (EN 60079-10)	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas; Classificazione dei luoghi ;
CEI 31-33 (EN 60079-14)	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas; Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione;
Legge 186	del 01.03.1968 Regola d'arte;
Legge - 791	del 1977 attuazione direttiva CEE per le garanzie tecniche dei materiali;
Legge -123	del 03-08-07 tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
73/23/CEE	relativa alle garanzie di sicurezza che deve avere il materiale elettrico entro certi limiti di tensione – Marcatura CE;
D.M.	del 10.03.1998 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
D.M.	del 12.04.1996 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;
Legge 248	del 02.12.2005, conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 settembre 2005, n. 203, recante misure di contrasto all'evasione fiscale e disposizioni urgenti in materia tributaria e finanziaria;
Direttiva	Bassa Tensione, 2006/95/CE del 12 Dicembre 2006;
D.Lgs. 17	del 27.01.2010 Recepimento Direttiva Macchine 2006/42/CE.
Direttiva	sulla Compatibilità Elettromagnetica, 2004/108/CE del 15 Dicembre 2004 – come rettificata in C102/19 del 21.04.2010.
DPCM 8/07/2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli

elettrodotti;

D. Lgs 9 aprile 2008, n.81	Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", coordinato ed aggiornato con il DLgs 3 agosto, n. 106
DL 493/96	per segnaletica di sicurezza
DPR 462/01	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

Descrizione dei volumi in oggetto ai fini della classificazione

- *Piazzale ecocentro:*

- ambiente esterno con uso gravoso per quanto riguarda la protezione meccanica e contro le intemperie per possibili e frequenti sforzi meccanici e/o urti accidentali
- si prevede la presenza di liquidi incombustibili e conduttrici (acqua)
- n;
- la natura di materiali trattati dall'attività è quella standard per i centri di raccolta rifiuti SAV.NO. tutti stoccati in container metallici separati trasferiti settimanalmente ai centri di smistamento e riciclaggio;
- non si prevede la presenza di materiali solidi, liquidi o aeriformi infiammabili, (o se presenti, in quantità non rilevanti ai fini della classificazione) o che possano generare atmosfera pericolosa

L'attività è stata esplicitamente dichiarata dalla committenza soggetta e non rientrante nell'elenco del DPR 1° agosto 2011 n.151 (elenco attività soggette ai controlli di prevenzione incendi e disciplina di prevenzione incendi).

Tale ambiente è da ritenersi, ai fini della scelta degli impianti elettrici, locale avente classe antincendio non superiore a cl.a.i. 15.

- Classificazione volumi :

I locali di servizio alle attività sportive in oggetto, sono considerati ambienti ORDINARI, norma CEI 64-8 VIII^a ediz. e s.m.i..

- Va prestata particolare attenzione per la protezione meccanica dei cavidotti e delle apparecchiature elettriche soggette a sforzi meccanici e/o urti accidentali.

- Scelta dell'impianto elettrico

Nei locali suddetti è installato impianto elettrico di tipo industriale, i nuovi impianti in oggetto saranno conformi alle prescrizioni della norma CEI 64-8 VIII^a ediz. e s.m.i. e norme specifiche per la tipologia di prodotti, apparecchiature ed impianti installati.

Gli impianti fissi, se non incassati nelle strutture o installati in luoghi in cui non si possano avere urti, saranno protetti mediante condutture aventi caratteristiche meccaniche adeguate o mediante l'aggiunta di protezioni meccaniche supplementari.

Le condutture che alimentano gli utilizzi in oggetto dovranno inoltre essere opportunamente fissati con idonei supporti e fermacavi.

Tutte le apparecchiature elettriche che possono nel funzionamento ordinario ed in caso di guasto raggiungere temperature che possono costituire possibile innesco di incendio devono essere installate a distanza superiore a 1,5mt dai materiali combustibili in esposizione ed in stoccaggio ed in ogni caso devono essere di tipologia adatta all'ambiente in cui si trovano CEI 64-8 VIII^a ediz. e s.m.i..

Devono essere rese equipotenziali tutte le masse e le masse estranee.

Il gestore dell'attività dovrà comunque far eseguire al proprio addetto formato e alle ditte specializzate per la manutenzione, le verifiche periodiche previste dalla norma CEI 64-8 sez.6 e dalle norme e prescrizioni secondo il D.Lgs.81/2008.

- Criteri di esecuzione degli impianti elettrici in ambienti ordinari

Canalizzazioni

I conduttori dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente mediante tubazioni o canalette porta cavi.

Tubazioni

Tutte le condutture incassate, sia parete, sia a pavimento, sia a soffitto, saranno eseguite con tubo in materiale termoplasitico del tipo pieghevole avente un diametro tale da garantire una agevole movimentazione dei conduttori.

Norme CEI 11-17 e CEI 64-8.

Tutte le condutture esterne a vista saranno eseguite con tubo di materiale termoplastico di tipo rigido, della serie pesante, avente un diametro tale da garantire una agevole movimentazione dei conduttori.

Norme CEI-EN50086 (CEI 23-56), CEI 11-17 e CEI 64-8

Il diametro delle condutture dovrà essere comunque superiore di almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essi contenuti, con un minimo di mm16. Norme CEI 64-8 art. 522.8.1.1.

Le tubazioni pieghevoli saranno in PVC, del tipo:

- pesante, per conduttore sotto pavimento o all'esterno; codice 3321
- leggero, per conduttore sottotraccia a parete o a soffitto: codice 2222

I punti di derivazione e quelli che presentassero difficoltà nell'infilaggio dei conduttori dovranno essere eseguiti con l'installazione di scatole e/o cassette di derivazione da esterno e/o da incasso, in materiale termoplastico autoestinguente, di forma rettangolare o rotonda, complete di coperchio dello stesso materiale, fissato con viti.

Le scatole dovranno essere dotate di appositi diaframmi nel caso in cui entro di esse ci fossero circuiti sottoposti a tensioni diverse e tali circuiti dovranno essere opportunamente divisi dai diaframmi stessi.

Canali portacavi

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali.

Norme CEI 64-8 art. 522.8.1.1.

Devono essere utilizzati i necessari accessori per ottenere il previsto grado di protezione contro contatti diretti e per separare i cavi a tensione nominali differenti.

Per i canali metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali.

Conduttori

Tutti i NUOVI conduttori isolati e cavi installati dovranno essere conformi al regolamento prodotti da costruzione 305/11 (CPR) o alle norme specifiche di prodotto per il tipo di servizio ed impianto specifico da servire e comunque in conformità alla Norma CEI 64-8 VIII^a ediz. e s.m.i.;

I conduttori previsti sono del tipo:

- unipolari in rame, flessibili, isolati in PVC senza rivestimento esterno, grado di isolamento non inferiore a 450/750 V tipo FS17, per posa entro tubazione o canala in materiale termoplastico;
- unipolare in rame, flessibili, isolati in gomma G16, G17 o PVC DI qualità adatti al tipo di sito d'installazione con rivestimento esterno in PVC, grado di isolamento non inferiore a 600/1000 V, tipo FG16OM16 - 0,6/1 kV, per posa entro tubazione o canala in materiale termoplastico o metallico;
- multipolare in rame, flessibili, isolanti in gomma G16, G17 o PVC con rivestimento esterno in PVC, grado di isolamento non inferiore a 600/1000 V, per posa entro tubazioni o canala in materiale termoplastico o metallico.

Norme CEI 20-20 ,20-22II ecc...

Per maggiori dettagli si rinvia alle tavole allegate.

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL vigenti.

La sezione dei conduttori, specificata nelle tavole allegate, è calcolata in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti in modo da:

- limitare la caduta di tensione da vuoto a pieno carico entro il 4% della tensione nominale,
- non superare i valori delle portate di corrente ammesse dalle tabelle CEI-UNEL vigenti,
- garantire la protezione della conduttura da parte delle protezioni installate immediatamente a monte.

Ai fini della determinazione del carico reale massimo, viene preso in considerazione il carico effettivo massimo di ogni utilizzatore, oppure, in mancanza di questo, vengono utilizzati i carichi convenzionali riportati nelle norme CEI 11-11.

In ogni caso, la sezione dei conduttori non sarà inferiore a:

- 4 mmq per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3.6 kW;
- 2.5 mmq per derivazioni con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2.2 kW e inferiore a 3.6 kW;
- 1.5 mmq per illuminazione di base, derivazione per prese a spina con altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2.2 kW.

Tutte le giunzioni sui conduttori verranno realizzate con morsetti isolati.

Apparecchiature di utilizzazione e di comando

Le apparecchiature di comando e derivazione, ad esclusione di quelle previste per installazione all'interno dei quadri elettrici, sono del tipo modulare, componibili, con supporto in materiale plastico, entro contenitori atti a garantire il grado di protezione richiesto.

I punti luce saranno da interruttori o pulsanti unipolari con meccanismo, di portata nominale di 10 A e 250 V, rispondenti alla normativa CEI e dotati del Marchio Italiano di Qualità, con parti attive dimensionate per correnti con regime di 16A.

Norme CEI 23-9

Le prese di corrente bipolari con collegamento alla rete di terra, conformi alle norme CEI e dotate di Marchio Italiano di Qualità, avranno tensioni nominali di 220 V e corrente nominale indicata nell'elaborato grafico allegato, con una struttura tale da impedire il contatto accidentale con parti sotto tensione, anche durante le procedure di inserimento o rimozione della spina, realizzando il grado di sicurezza CEI 2.1

Norma CEI 23-50

Le prese di corrente tetrapolari tipo IEC 309 con collegamento alla rete di terra, conformi alle norme CEI e dotate di Marchio Italiano di Qualità, avranno tensioni nominali di 400 V e corrente nominale indicata nell'elaborato grafico allegato, con una struttura tale da impedire il contatto accidentale con parti sotto tensione, anche durante le procedure di inserimento o rimozione della spina, realizzando il grado di sicurezza CEI 2.1

Norme CEI 23-12

Vulnerabilità sismica

Si prescrive il rispetto e valutazione degli staffaggi degli impianti elettrici per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio (lettera del Capo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco prot.12807 del 09/09/2010).

Caratteristiche comuni dei materiali ed apparecchiature elettriche - manutenzioni:

I materiali utilizzati per la realizzazione degli impianti oggetto del presente intervento, dovranno avere caratteristiche adeguate alla posa nei luoghi sopra descritti ed essere dotati di marchio CE per la garanzia di conformità alle norme CEI specifiche alla produzione di ogni specifico materiale.

Tutti i nuovi materiali elettrici installati devono essere certificati e marchiati CE dal produttore e/o costruttore e conformi alle norme di prodotto, dovranno essere dichiarati dall'installatore (secondo i certificati e manuali forniti dal fornitore/costruttore e la modalità di posa) idonei al luogo di installazione e tipologia di utilizzo corredati del manuale d'uso e manutenzione degli stessi e dell'intero impianto elettrico realizzato.

Tutti i nuovi macchinari devono essere certificati e marchiati CE dal costruttore e conformi alla Direttiva Macchine e dovranno essere dichiarati dal fornitore/costruttore idonei al luogo di installazione e tipologia di utilizzo corredati del manuale d'uso e manutenzione e del documento di valutazione dei rischi del macchinario stesso.

Manutenzioni

Tutti gli impianti elettrici dovranno essere mantenuti obbligatoriamente come previsto dal D.M. n.37/08 art.8 comma 2 dal D.Lgs 81/08 e secondo le modalità previste dalla norma CEI 64-8 sez.6 e norme specifiche per la tipologia di prodotti, apparecchiature ed impianti installati.

Normative e Guide CEI di riferimento per le verifiche degli impianti elettrici:

- Guida CEI 64-14 V1 *(allineato sia con il contenuto del documento di armonizzazione HD 60364-6 di prossima pubblicazione come Norma CEI 64-8 sia con le Guide CEI 0-14, 64-12 e la Sezione 710 della Norma CEI 64-8)*;
- Guida CEI 0-14;
- Guida CEI 0-10.

Ricordiamo che l'Appendice A della nuova guida CEI 64-14 "Guida alla gestione in qualità degli strumenti e delle misure per la verifica degli impianti elettrici" che aggiorna, annulla e sostituisce la Guida CEI 0-11, questa Appendice ha lo scopo di definire e documentare un metodo di gestione in qualità delle misure e della strumentazione (taratura periodica e incertezza di misura) per le verifiche degli impianti elettrici di cui al DPR 462/01.

Le prescrizioni integrative per gli impianti elettrici nei vari locali sono descritte nelle sezioni 5.3. , 6.1 e 7.1 per la protezione dai contatti diretti e indiretti.

Il gestore dell'attività dovrà comunque far eseguire al proprio addetto formato e alle ditte specializzate per la manutenzione, le verifiche periodiche previste dalla norma CEI 64-8 sez.6 in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs.81/2008.

Nozioni che esulano dal presente progetto e dal campo di applicazione del D.M.37/08 ma comunque di rilevanza ai fini del D.Lgs.81/2008 e che si ritiene opportuno segnalare al Datore di Lavoro nonché Committente per informarlo e sensibilizzarlo sull'argomento: La Direttiva Macchine

Il presente progetto non riguarda gli impianti di automazione e bordo macchine, tantomeno i collegamenti elettrici e di comando tra macchine ed i loro quadri, in quanto l'equipaggiamento elettrico della macchine non rientra nel campo di applicazione del DM 37/08. In ogni caso si riportano i principali riferimenti e le responsabilità riguardanti le macchine per sensibilizzare il committente e i tecnici preposti, sull'argomento e sull'obbligo di adeguamento ai fini della sicurezza anche di tale settore impiantistico e non solo.

Per le macchine ed i relativi impianti elettrici di bordo macchina esiste la nuova Direttiva Macchine 2006/42/CE e s.m.i., è entrata in vigore dal 29 Dicembre 2009 e la nuova norma CEI EN 60204-1 (2018) (CEI 44-5) equipaggiamento elettrico delle macchine, stabilisce che i costruttori garantiscano i requisiti minimi di sicurezza per i macchinari e le apparecchiature commercializzati all'interno dell'Unione Europea.

Le macchine devono adeguarsi ai requisiti fondamentali di salute e sicurezza elencati nell'Allegato I della Direttiva, garantendo in tal modo un livello minimo di protezione e sicurezza comune per tutto il mercato europeo.

Prima di immettere sul mercato una nuova macchina i produttori o i loro rappresentanti autorizzati all'interno dell'EU devono garantire che la macchina sia conforme, rendere disponibile un Fascicolo Tecnico in caso di richiesta giustificata da parte di un'autorità, firmare una "Dichiarazione di Conformità" e apporre la marcatura CE.

Macchine esistenti: Direttiva sull'uso delle attrezzature da lavoro:

La Direttiva 89/655/CE sull'uso delle attrezzature da lavoro è rivolta agli utilizzatori delle macchine ed è rispettata utilizzando macchine e macchinari conformi alle norme.

Riguarda l'utilizzo di tutte le attrezzature da lavoro, compresi macchinari di sollevamento e attrezzature mobili, in tutti i luoghi di lavoro.

Le attrezzature di lavoro devono essere adatte all'uso e garantire la sicurezza nel tempo, attraverso una corretta manutenzione.

Responsabilità del costruttore :

I costruttori che immettono le macchine sul mercato europeo devono adeguarsi alle disposizioni previste dalla Direttiva Macchine. Per "immissione sul mercato" si intende anche il caso di un'azienda che fornisce un macchinario a se stessa, per costruire o modificare macchine per proprio uso personale, o ancora l'importazione di macchine nell'ambito della Comunità Europea.

Responsabilità dell'utilizzatore :

Spetta agli utilizzatori accertarsi che le nuove macchine acquistate abbiano la marcatura CE e siano accompagnate da una Dichiarazione di Conformità alla Direttiva. Le macchine devono essere utilizzate secondo le istruzioni del fabbricante.

Le macchine esistenti in servizio prima dell'entrata in vigore della Direttiva Macchine sono tenute a garantire la conformità alle regolamentazioni della Direttiva sull'Uso delle Attrezzature di Lavoro (Direttiva Sociale).

- IMPIANTO ELETTRICO

STRUTTURA DELL' IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto si compone delle seguenti sezioni:

- ricezione e protezione dell'energia elettrica
- impianto alimentazione forza motrice
- impianto di illuminazione

Il progetto e le tavole allegate costituiscono una indicazione generale della composizione, distribuzione e ubicazione dei vari componenti dell'impianto elettrico.

Le tavole allegate sono:

- TAV. PD.08.00 impianto distribuzione forza motrice, illuminazione ed illuminazione di sicurezza, impianto dispersore di terra e particolari;
 - Fg. A4 schemi unifilari quadri elettrici di protezione e sezionamento;
- (i nomi dei quadri di ricezione e distribuzione energia hanno come suffisso l'iniziale del locale o degli utilizzatori in protezione)

– Dati tecnici dell'impianto elettrico:

Dati tecnici di progetto:

Cat. Impianto elettrico :	-I- cat.
Sistema elettrico :	-TT-
Potenza massima prevista :	17kW
Tensione nominale :	400V
Numero fasi :	3f+N
Icc max (presunta nel quadro generale piazzola) :	10kA 3f

- Fornitura energia elettrica

La potenza contrattuale massima attualmente prevista è $P_n=17\text{kW}$ trifase.

La fornitura elettrica sarà nuova realizzata direttamente in bassa tensione con contatore di energia elettrica dell'ente elettro fornitore ubicato all'esterno in apposito quadro da esterno o manufatto cementizio, con porte e chiusura a chiave.

Vicino al contatore di fornitura energia elettrica sarà presente il quadro interruttore generale, per la ricezione e protezione montante principale di distribuzione dell'energia elettrica intera attività. L'alimentazione del quadro QIG è costituita da conduttori isolati tipo FG16OR16 0,6/1KV 4x10mm². La lunghezza del collegamento Wh-QIG è inferiore a 1mt, l'alimentazione è strutturata per assumere condizioni di "doppio isolamento".

- Elenco caratteristiche quadri elettrici di protezione

QUADRO ELETTRICO INTERRUTTORE GENERALE QIG (nuovo)

-Quadro di ricezione, sezionamento generale e protezione del montante di distribuzione energia elettrica

- Potenza massima del quadro	20 kW (cosfi=0.9);
- Tensione di esercizio	400V;
- Corrente nominale del quadro	32A
- Corrente lcc max di progetto	10kA
- Grado di protezione	IP65
- Norma applicata	EN 61439-(1)(2)(3)(4)(5)(6) sez.di pertinenza

QUADRO ELETTRICO GENERALE (nuovo)

-Quadro di ricezione e distribuzione energia elettrica e di protezione linee elettriche f.m. e luce ecocentro

- Potenza massima del quadro	39kW (cosfi=0.9);
- Tensione di esercizio	400V;
- Corrente massima di esercizio	63A
- Corrente lcc max di progetto	6kA
- Grado di protezione	IP55
- Norma applicata	CEI EN 61439-(1)(2)(3)(4)(5)(6) sezioni di pertinenza

QUADRO ELETTRICO BOX UFFICIO (di fornitura del prefabbricatore container attrezzato)

-Quadro di ricezione e distribuzione energia elettrica e di protezione linee elettriche f.m. e luce box ufficio ecocentro

- Potenza massima del quadro	5kW (cosfi=0.9);
- Tensione di esercizio	230V;
- Corrente massima di esercizio	25A
- Corrente lcc max di progetto	4,5kA
- Grado di protezione	IP40
- Norma applicata	CEI EN 61439-(1)(2)(3)(4)(5)(6) sezioni di pertinenza

- **Descrizione degli impianti:**

- Impianto di ricezione dell'energia elettrica

Il contatore di fornitura energia elettrica sarà ubicato all'esterno dell'attività e la potenza contrattuale massima attualmente prevista è 17kW trifase. Presso il contatore dell'ente di elettro fornitura è ubicato il quadro interruttore generale di protezione linea dorsale e di sezionamento generale, alimentato con linea costituita da conduttori isolati tipo FG16OR16 0,6/1KV 4x10mm², sistema di classe II°, con lunghezza inferiore a 1m. Il nuovo quadro elettrico generale QG dove sono presenti le protezioni delle linee di utilizzo interne all'attività sarà in carpenteria isolante con grado di protezione IP55 ed è ubicato all'esterno vicino al box ufficio, la linea di alimentazione è nuova costituita da conduttori isolati tipo FG16OR16 0,6/1KV 5G10mm² posati entro la nuova tubazione interrata prevista, la lunghezza del collegamento QIG-QG è circa 35mt.

- Descrizione impianti elettrici nei vari ambienti:

- Impianto illuminazione e forza motrice ecocentro

Gli impianti illuminazione e forza motrice della piazzola ecocentro sono nuovi, di tipo industriale e avranno origine in quadro elettrico generale QG e disporranno di adeguata protezione magnetotermica-differenziale, contro i sovraccarichi e i cortocircuiti nel quadro stesso.

La distribuzione interna illuminazione e forza motrice è realizzata mediante cavidotti interrati doppia parete interno liscio esistenti e nuovi, cavidotti in tubo di acciaio zincato a caldo (tubo TAZ) e pvc rigido autoestinguente serie pesante, con posa a vista (sistema avente grado di protezione IP55).

I cavidotti ed i condotti sbarre dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme CEI-EN50086 (CEI 23-56) (codice tubi :3321), CEI 23-25, CEI 23-29, CEI 11-17, CEI 17-13 e CEI 64-8 e avranno grado di protezione minimo IP55.

Tutti i conduttori isolati e cavi installati dovranno essere conformi al regolamento prodotti da costruzione 305/11 (CPR) o alle norme specifiche di prodotto per il tipo di servizio ed impianto specifico da servire; devono essere non propaganti l'incendio CEI 20-22II, del tipo con isolamento in pvc o gomma o HEPR G16, G17, G9, M1 0,5 o 0,7kV senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi in conformità alla Norma CEI 64-8 VIII^a ediz. V5 e s.m.i.. I conduttori esistenti installati devono essere non propaganti l'incendio CEI 20-22II, del tipo con isolamento in pvc o gomma 0,5 o 0,7 kV .

Poste sulle strutture metalliche rampa di accesso ai container sono previste prese di tensione di tipo industriale IEC309 (con interruttore di blocco e fusibili di protezione singola presa) corrente nominale a 32A (trifase o monofase) e con grado di protezione custodia IP55 o superiore.

Le giunzioni in genere, per la derivazione saranno effettuate in apposite cassette di derivazione in materiale plastico autoestinguente serie pesante con grado di protezione IP55 minimo.

Tutte le custodie e le apparecchiature elettriche devono essere in materiale plastico con caratteristiche di incombustibilità e resistente alle prove previste, norma CEI 64-8, con grado di protezione min. IP55. Se in materiale metallico dovranno essere di tipo idoneo al tipo di utilizzo di classe II o con collegamento equipotenziale delle masse.

Le apparecchiature elettriche saranno adeguate a impianto di tipo industriale con protezione meccanica aggiuntiva per quelle soggette ad urti accidentali.

I cavidotti con posa mobile, per l'alimentazione dei macchinari che utilizzano fluidi oleosi per il raffreddamento dell'utensile, saranno di tipo adeguato al luogo e tipo di posa, ad esempio, H07RN-F. Devono essere rese equipotenziali tutte le masse e le masse estranee. Tutte le linee elettriche saranno protette dai sovraccarichi e cortocircuiti con interruttori automatici magnetotermici posti nel quadro generale per la protezione a monte del circuito dorsale, inoltre la protezione dai contatti indiretti deve essere realizzata con dispositivi automatici differenziali con I_{dn} inferiore o uguale a 0,3A intervento istantaneo, tali protezioni possono essere previste anche a valle della calata di alimentazione del macchinario su apposito centralino fissato su piastra metallica saldata alla piantana.

Le accensioni delle lampade sono realizzate mediante l'utilizzo di interruttori sezionatori e relé con orologio per l'accensione automatica notturna, si precisa che l'ecocentro non è aperto nelle ore notturne ma è dotato di illuminazione di base generale per la videosorveglianza dello stesso contro gli atti vandalici ed i furti.

I corpi luminosi sono del tipo:

- nuove plafoniere con lampade a led 2x30W con classe di isolamento I' o II' e grado di

- protezione per vano reattore IP66;
- nuove plafoniere con lampada a led 16W con classe di isolamento II' e grado di protezione per vano reattore IP44;
- proiettori industriali esistenti con lampade a ioduri metallici con classe di isolamento I' e grado di protezione per vano reattore IP66.

Tutti i corpi illuminanti installati dovranno essere idonei per il luogo di installazione con grado di protezione IP65 minimo, con classe di isolamento I' o II' (temperatura massima superficiale in caso di guasto inferiore a 350°C, classe T2) (temperatura massima superficiale in caso di guasto, grado di protezione e distanza dai materiali combustibili in conformità alle prescrizioni integrative di seguito riportate).

L'impianto di terra dovrà rispettare le prescrizioni delle sezioni dedicate della presente relazione. Devono essere rese equipotenziali tutte le masse e le masse estranee.

Tutte le linee elettriche saranno protette a monte dai sovraccarichi e cortocircuiti con interruttori automatici magnetotermici posti nel quadro a valle contatore e nel quadro generale, inoltre la protezione dai contatti indiretti di tutte le linee utilizzo deve essere realizzata con dispositivi automatici differenziali con I_{dn} minore o uguale a 0,3A intervento istantaneo (di classe A se alimentano dispositivi elettronici).

Tutto l'impianto di illuminazione e forza-motrice deve essere conforme alle prescrizioni delle norme: - CEI 64-8 VIII^a ediz. V5 e s.m.i.

Tutti gli impianti elettrici dovranno essere mantenuti obbligatoriamente come previsto dal D.M. n.37/08 art.8 comma 2 dal D.Lgs 81/08 e secondo le modalità previste dalla norma CEI 64-8 sez.6 e norme specifiche per la tipologia di prodotti, apparecchiature ed impianti installati.

- Impianto di illuminazione di sicurezza

L'ecocentro è aperto ed utilizzato solo nelle ore diurne e per brevi periodi nei tardi pomeriggi invernali. Per tale motivo non è prevista illuminazione di sicurezza.

- IMPIANTO DI TERRA

- Impianto di protezione e di terra

L'impianto di protezione sarà distribuito a tutte le apparecchiature con classe di isol. I' e in tutte le prese di tensione. I conduttori di protezione avranno sezione pari ai conduttori di fase se questi ultimi non superano i 16mm²; sezione uguale a 16mm² se i conduttori di fase non superano i 35mm² altrimenti la sezione sarà la metà di quella dei conduttori di fase. I conduttori di equipotenzialità EQP devono essere non inferiori alla metà del PE principale di quell'impianto comunque non superiore a 25mm² e con un minimo di 6 mm².

Si prescrive il collegamento equipotenziale delle tubazioni metalliche entranti e uscenti - Tutto l'impianto di protezione e di terra adotterà le prescrizioni circa la sua identificazione;

-conduttori isolati colore giallo verde;

Inoltre le masse e le masse estranee presenti dovranno essere collegate all'impianto di terra con collegamenti equipotenziali supplementari.

Tali conduttori equipotenziali dovranno essere protetti meccanicamente e dalla corrosione.

- Dispersori di terra

Il dispersore di terra è nuovo con picchetti a croce FeZn 50x50x5mm L=2m in pozzetto cls. ispezionabile, interconnesso con l'anello di terra costituito da corda di rame nuda S=35mm² fissata con gli appositi morsetti a pettine con lamella acciaio rame, alle strutture

metalliche ferri di fondazione e reti metalliche elettrosaldate pavimentazione. Tale dispersore è collegato ai collettori di terra all'interno dei quadri elettrici o in apposite cassette poste sotto gli stessi, con conduttore di terra tipo FG17 450/750V 1G25 entro tubo protettivo, si prevedono anche le uscite "chiamate baffi" di spezzoni di corda nuda negli angoli della struttura per eventuale integrazione del dispersore.

Dovrà essere misurata la resistenza di terra "Ra" resistenza dell'anello di guasto verso terra relativo a detto impianto e operata la verifica della tensione di terra in caso di guasto per il rispetto dei parametri di cui alla norma CEI 64-8.

Il gestore dell'attività dovrà comunque eseguire la prima denuncia di terra e far eseguire le verifiche periodiche da parte di organismo notificato, secondo il D.P.R. 462/01 con le modalità e verifiche secondo le norme CEI 64-8 VIII^a ediz. V5 e s.m.i..

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La Norma 64-8 classifica i componenti elettrici, secondo il loro modo di protezione contro i contatti indiretti, in:

Componente elettrico di classe 0

Componente elettrico dotato di isolamento principale e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione; nel caso di guasto di isolamento principale, la protezione rimane affidata alle caratteristiche dell'ambiente in cui è posto il componente elettrico;

Componente elettrico di classe I

Componente elettrico dotato di isolamento principale e provvisto di un dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione;

Componente elettrico di classe II

Componente elettrico dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento a un conduttore di protezione; Nota Sono ammessi morsetti per conduttori di protezione passanti.

Componente elettrico di classe III

Componente elettrico ad isolamento ridotto perché destinato ad essere alimentato esclusivamente da un sistema a bassissima tensione di sicurezza, e nel quale non si generano tensioni di valore superiore a quello di tale sistema. Nota I criteri di classificazione dei componenti elettrici secondo il loro modo di protezione contro i contatti indiretti sono specificati nelle rispettive Norme.

- Verifiche al calcolo della protezione dai contatti diretti e indiretti

Impianto elettrico ordinario

L'impianto elettrico di prima categoria derivato dal contatore ENEL è il sistema elettrico di tipo TT, con neutro distribuito. Tutto l'impianto deve essere protetto contro i contatti diretti per separazione con gradi di protezione IP adeguati alle varie situazioni degli ambienti.

Tutto l'impianto è realizzato ai fini della protezione da contatti indiretti mediante custodie con isolamento di classe II° o, se di classe I° con collegamento al conduttore di protezione della carcassa metallica e con interruzione automatica della tensione entro i tempi di norma per intervento delle protezioni, (1 sec. per l'impianto di distribuzione, sistema TT).

Protezione dalle sovracorrenti

Sono verificati a livello progettuale (linee elettriche ordinarie):

-il coordinamento delle protezioni magnetotermiche delle linee rispetto all'energia

passante $I^2t < k^2s^2$ o con totale protezione per sovraccarico delle stesse;

-la protezione da sovraccarico delle linee sovraccaricabili;

-la protezione delle condutture dalle sovracorrenti con dispositivo magnetotermico a monte dei vari ambienti;

-la protezione dei circuiti terminali con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 0,3A con intervento istantaneo.

Verifica: Protezione dai contatti indiretti per interruzione automatica al I° guasto

L'impianto derivato dal quadro generale disporrà di protezione per contatti indiretti a mezzo di interruzione automatica della alimentazione elettrica con nella condizione più sfavorevole l'installazione di dispositivo di interruzione differenziale generale subito a valle del contatore con $I_{dn}=0,3A$;

L'intervento per guasto a terra del dispositivo differenziale è assicurato se è verificata la seguente condizione :

$$V_g = R_g \times I_g \rightarrow R_a \leq V_g / I_d$$

Assunta la tensione di guasto (V_g) massima ammessa pari a 50V (norma CEI 64-8) e la corrente di guasto (I_g), la minima corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (I_d) pari a 0,3A istantaneo, tale condizione verrà ottenuta con una resistenza dell'anello di guasto inferiore a 166 Ω .

Dovrà essere misurata la resistenza dell'anello di guasto a terra per la verifica del corretto coordinamento con i dispositivi automatici differenziali.

Per quanto su detto la condizione per la protezione dai contatti indiretti, per l'interruzione automatica dell'alimentazione al I° guasto, dovrà essere verificata da ente notificato, secondo il D.P.R. 462/01, e le modalità per le verifiche secondo le norme CEI 64-8.

La protezione dai contatti diretti deve essere realizzata mediante isolamento delle parti attive, mediante involucri con grado di protezione IP55 o superiore (in base alle prescrizioni sopra descritte per quell'ambiente o zona) e con l'utilizzo di componenti aventi classe di isolamento II .

- Accorgimenti antisismici

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti quali supporti antivibranti, staffaggi con molle, controventature, tiranti, ecc. per garantire i limiti e le prescrizioni di legge vigenti in materia relativa al rischio competente di zona (ordinanza OPCM n. 3274 del 8 maggio 2003 e successive modifiche ed integrazioni, circolari, linee guida nazionali e norme tecniche emanate con il D.M. 14.1.08) e comunque quanto prescritto e indicato in corso d'opera dalla D.LL.

- Consistenza degli impianti da realizzare

La consistenza delle opere è quella risultante dagli elaborati forniti. I disegni di progetto, comprendenti le piante in scala adeguata, sono integrati con schemi ed ogni altra annotazione atta ad individuare la consistenza con i tracciati e con le posizioni dei principali elementi degli impianti e delle strutture.

- Prezzi

I prezzi si intendono, sempre per materiali messi in opera e funzionanti, compresa la demolizione, rimozione e trasporto in discarica autorizzata dell'impianto esistente. Si intendono comprese anche le spese per sorveglianza e direzione degli operai dell'Azienda installatrice addetta ai lavori, per trasporto in cantiere dei materiali, delle attrezzature e del loro consumo, nonché le spese per le prove preliminari, la messa in funzione dei vari circuiti e i collegamenti con misuratori ed eventuali apparecchi. Si ritengono compensati anche gli oneri derivanti dalla pulizia del cantiere da materiali di risulta, non solo alla fine dei lavori, ma anche ogni qualvolta sia necessario al fine di evitare problemi di sicurezza sull'ambiente di lavoro.

- Esecuzione dei lavori

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte e secondo le prescrizioni della D.LL. con le esigenze che possono sorgere alla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte. L'Impresa è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati per fatto proprio o dei propri dipendenti alle opere dell'edificio e a terzi. Le opere di demolizione (pareti, pavimenti, massetti, ecc.) e di tracciatura, devono essere realizzate previo accordo con l'Amministrazione.

- Opere murarie

Le voci del futuro Elenco Prezzi Unitari e/o Computo Metrico Estimativo, comprendono tutte le opere di scanalature, fori, tracce, ripristini, rinterri, pozzetti, scavi e quanto necessario per la completa realizzazione delle opere. Sono pure inclusi tutti i fissaggi delle tubazioni e le parziali richiusure delle scanalature e dei fori.

Sono invece a carico dell'Impresa Edile le demolizioni, gli smantellamenti, cavedi verticali e orizzontali non configurabili come carotature e/o aperture di tracce.

- Qualità e provenienza dei materiali

Nella scelta dei materiali si prescrive che, oltre a corrispondere alle Norme UNI e CEI, essi abbiano dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL in vigore. E' fatto obbligo di usare materiali con Marchio Italiano di Qualità IMQ o altri marchi approvati. Le marche delle apparecchiature che compaiono sugli elaborati grafici, rivestono esclusivamente valore di riferimento per la stesura del progetto e non intendono essere vincolanti per le Ditte concorrenti, che potranno proporre Case costruttrici diverse, purché i modelli suggeriti

abbiano caratteristiche tecniche equivalenti o migliorative di quelle proprie dei materiali riportati sui disegni. La Ditta aggiudicataria dovrà comunque, prima di installare i materiali sottoporli all'avallo della D.LL. che avrà la facoltà di accettarli o, in caso di accertata assenza dei requisiti di legge, chiederne il rimpiazzo con altri più idonei.

- Verifiche

Durante il corso dei lavori la D.LL. si riserva di effettuare verifiche e prove preliminari sulle strutture, sugli impianti o parti di essi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente Capitolato e norme di buona tecnica d'installazione.

Le verifiche saranno eseguite dalla D.LL. in contraddittorio con un responsabile della Ditta appaltatrice.

Consisteranno nella verifica quantitativa e qualitativa, nella prova di pressione, tenuta e dilatazione, prova di funzionamento.

Rimane inteso che nonostante l'esito favorevole delle prove e verifiche preliminari, la ditta assuntrice dei lavori rimarrà responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, fino al termine del periodo di garanzia.

Delle prove e risultati ottenuti si compilerà regolare verbale.

Nel caso di verifiche con esito negativo sarà cura dell'Appaltatore di procedere, a sue spese, per la rimozione e correzione dei vizi riscontrati, dopo di che si procederà ad una nuova verifica.

Per le verifiche in corso d'opera e per quelle ad ultimazione dei lavori, la Ditta Appaltatrice è tenuta a mettere a disposizione apparecchiature e strumenti di misura ed a fornire l'adatta mano d'opera senza poter perciò pretendere compensi non esplicitamente specificati. Le verifiche e le prove preliminari saranno eseguite dalla Direzione lavori, in contraddittorio con la Ditta, e di esse e dei risultati ottenuti si redigerà regolare verbale. A giudizio insindacabile della Direzione Lavori potranno venire prescritte alcune o tutte le prove richiamate nei successivi articoli, al fine di garantire la funzionalità delle strutture, degli impianti ed il rispetto delle vigenti norme di legge, con particolare riguardo alle disposizioni per la prevenzione degli infortuni.

Dovranno essere forniti per ognuno dei sistemi od apparecchiature installate:

- il Manuale tecnico fissa i supporti logici per la predisposizione del dossier tecnico, focalizzandosi in particolare sugli elementi necessari per la conoscenza del sistema, la sua storia conservativa, i consuntivi scientifici di ciascun intervento e quindi degli elementi necessari per la previsione di interventi ispettivi e manutentivi da attivare attraverso la formulazione del programma di conservazione;

- il Programma di conservazione non strutturato solo in termini prescrittivi attraverso l'indicazione di una sequenza di interventi più o meno ripetitivi, ma tale da presentare gli strumenti logici e operativi necessari per la sua stesura e per la conduzione di un piano di controlli (frequenze, strumentazioni, soglie di accettazione e gradi di rischio);

- il Manuale d'uso sviluppato a partire dal riconoscimento dell'importanza del contributo dell'utente (o di un soggetto non specialistico appositamente incaricato) nell'applicazione di una strategia conservativa. Il rapporto sviluppato direttamente come Manuale d'uso è redatto in un linguaggio accessibile anche a chi non disponga della necessaria preparazione tecnica. Il Manuale darà indicazioni operative sulle profilassi, conterrà suggerimenti atti a valutare eventuali segnali di degrado, evidenzierà le procedure di allarme da seguire nei diversi casi.

Per ciascuna delle operazioni di manutenzione sarà definita la periodicità dell'intervento che consenta il rispetto costante dei parametri di progetto.

La scelta della periodicità si può basare su: riferimenti legislativi, riferimenti normativi, linee guida regionali, indicazioni contenute nei manuali tecnici degli impianti e delle apparecchiature, analisi storiche dei fermi macchina dell'impianto, caratteristiche peculiari dei singoli impianti.

Qualora si utilizzino sostanze chimiche per eseguire interventi di pulizia e sanificazione di parti dell'impianto occorre identificare i principi attivi dei preparati utilizzati e verificarne l'impatto su persone ed ambienti.

Gli scopi degli interventi di manutenzione programmata si possono così enunciare:

- assicurare il rispetto delle specifiche dell'impianto;
- eliminare o quanto meno minimizzare il rischio di infezioni;
- contenere la contaminazione ambientale dei gas (ove presenti);
- controllare l'efficienza dei sistemi di filtrazione;
- assicurare il mantenimento di condizioni di comfort ambientale.

Opere Elettriche

- a) verifica dei componenti dell'impianto e relativi contrassegni di identificazione;
- b) verifica della sfilabilità dei cavi valutando il coefficiente di riempimento delle canalizzazioni;
- c) verifica della resistenza d'isolamento;
- d) misura della caduta di tensione;
- e) verifica delle protezioni contro i cortocircuiti e i sovraccarichi;
- f) verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.

Esame a vista

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferite all'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati quelli relativi a:

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

Inoltre, è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

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

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

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si deve, inoltre verificare che i componenti siano dotati dei dovuti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

Verifica della sfilabilità dei cavi

Si devono estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o di condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che quest'operazione non abbia provocato danneggiamento agli stessi.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o di condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o del condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto ed al dimensionamento dei tubi o dei condotti.

Misura della resistenza di isolamento:

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmetro, la cui tensione continua sia 250V, nel caso di misura su parti di impianto di categoria O o su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, oppure di 500V, in caso di misura su parti di impianto di prima categoria.

La misura si deve effettuare tra ogni conduttore attivo ed il circuito di terra e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito, intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 500.000 Ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50V;
- 250.000 Ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguali a 50V.

Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente; nel caso di apparecchiature con assorbimento (di corrente) istantaneo, di corrente si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

Verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi:

Si deve controllare che:

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

Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8). Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- a) esame a vista dei conduttori di terra e protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione, sia dei conduttori stessi, sia delle giunzioni. Si devono inoltre controllare i conduttori di terra, il morsetto di terra degli utilizzatori fissi ed il contatto di terra delle prese a spina;
- b) si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il

metodo volt-amperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra di loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati ad una distanza dal loro contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione ed il dispersore ausiliario;

c) deve essere controllato, in base ai valori misurati, il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziali; per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;

d) quando occorre, sono da effettuare le misure delle tensioni di contatto e di passo. Queste sono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati. Le norme CEI 64-8 forniscono le istruzioni per le suddette misure.

e) nei locali da bagno deve essere eseguita la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale ed il conduttore di protezione. Detto controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

- Modalità di misurazione

A norma di quanto dispone il Capitolato Generale, per tutti i lavori saranno contabilizzate le quantità determinate con misure geometriche, salvo quanto deve essere contabilizzato a numero, a peso, a corpo o a tempo, in conformità degli articoli dell'Elenco Prezzi Unitari e/o Computo Metrico Estimativo. L'Appaltatore dovrà, senza alcun corrispettivo, fornire tutti gli utensili, gli strumenti ed il personale necessari alla designazione sul posto dei vari lavori, agli accertamenti delle misure ed agli eventuali saggi da eseguire in sede di collaudo. Dopo quest'ultimi, è anche obbligato a ripristinare a proprie spese, senza alcun compenso, ciò che è stato alterato o demolito. Quando ne sia richiesto, sarà pure tenuto a prestare nei casi suddetti la sua opera ed assistenza personale.

L'Appaltatore dovrà tempestivamente chiedere alla D.LL. la misurazione in contraddittorio di quelle opere e somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare; come pure dovrà richiedere che si proceda in contraddittorio alla misura o alla pesata di tutto ciò che deve essere misurato o pesato prima della messa in opera.

Resta pertanto tassativamente convenuto che, se per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, talune qualità o quantità non fossero esattamente accertate, l'Assuntore dovrà accettare la valutazione che verrà fatta dalla D.LL. o sottostare a tutte le spese e ai danni che per tardiva ricognizione gliene potessero derivare.

Le strutture di dimensioni maggiori alle prescritte, qualora vengano tollerate a giudizio insindacabile della D.LL., saranno pagate per le sole dimensioni ordinate o di progetto. Così come non saranno in alcun modo prese in considerazione lavorazioni più accurate di quanto prescritto.

Nei prezzi contrattuali prefissati, per ciascun lavoro e somministrazione, s'intende compresa ogni opera, materia e spesa, sia principale che accessoria, provvisoria o effettiva, che direttamente o indirettamente concorra all'esecuzione o al compimento del lavoro cui il prezzo si riferisce.

In ordine poi al modo di distinguere l'una dall'altra le varie categorie di lavoro o di determinare gli elementi in base ai quali dovranno valutarsi le quantità eseguite, si osserveranno le norme qui sottoesposte:

MERCEDI AGLI OPERAI E NOLI - I compensi per le prestazioni di manodopera per i lavori in economia si intendono compresa di ogni spesa accessoria, come il consumo degli attrezzi di cui ogni operaio deve essere fornito, la mercede al conducente dei veicoli noleggiati, etc., nonché l'utile dell'Impresa.

MATERIALI IN PROVVISTA - I prezzi di Elenco saranno applicati solamente per l'esecuzione dei lavori in economia e comprendono ogni spesa accessoria e l'utile dell'Assuntore.

Opere Elettriche

Canalizzazioni e cavi

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

- I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi e i terminali dei cavi di MT.

Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.

- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale;
- c) la corrente nominale;

d) il potere di interruzione simmetrico;

e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

- Il punto luce interrotto, punto presa, ecc, saranno valutati a numero di frutto montato, scatole porta-apparecchi, supporti, placche, accessori di fissaggio e quota parte di canalizzazione e conduttori a partire dal punto terminale fino alla prima cassetta di derivazione principale.

- Spese ed oneri della ditta appaltatrice

Nel prezzo forfetario d'appalto, oltre a quanto stabiliscono dal Capitolato Generale d'Appalto per le opere di competenza del Ministero dei LL.PP., approvato con D.P.R. n°1063 del 16.07.1962, si intendono compresi tutti gli oneri di norma a carico dell'appaltatore nonché i seguenti:

- consegna a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti per la costruzione degli impianti, franco di ogni genere di spesa, imballo e trasporto inclusi, comprendendosi nella consegna non solo lo scarico ma anche il magazzinaggio ed il deposito provvisorio dei materiali stessi, in attesa della posa in opera;
- il trasporto dei materiali dai depositi ai luoghi di posa in opera compresi gli attrezzi di sollevamento ed ogni manovalanza occorrente per il trasporto dei materiali sul luogo d'impiego, in qualunque punto dell'edificio ed a qualunque altezza esso si trovi;
- il montaggio delle apparecchiature, delle tubazioni e di tutto quanto inerente agli impianti ed alla loro posa in opera;
- la fornitura di un'adeguata documentazione fotografica raccolta su album, dalla quale emerga la disposizione, in ordine cronologico, degli impianti installati, nessuno escluso, con particolare riferimento a quelli interrati o comunque resi non più visibili a lavori ultimati;
- i collaudi in corso d'opera e finali con la compilazione dei relativi rapportini, la stesura delle dichiarazioni di conformità e di tutta l'eventuale documentazione amministrativa, commerciale, merceologica, necessaria all'espletamento degli obblighi di legge o richiesta dagli organismi preposti ai controlli o al rilascio di autorizzazioni (Comune, V.V.F., I.S.P.E.S.L., ARPAV.);
- i disegni aggiornati As-Built (supporto cartaceo ed informatico), con la disposizione finale degli impianti;

- un manuale di uso e manutenzione delle varie forniture, con un dettagliato programma di manutenzione (giornaliera, settimanale, mensile, annuale) e l'elenco delle parti di ricambio da conservare per interventi d'emergenza;
- la garanzia e la manutenzione straordinaria dell'impianto per il periodo di un anno dalla data di rilascio del certificato di ultimazione lavori;
- gli operatori della ditta impiantistica devono essere in possesso dei requisiti PEI, PES e PAV;
- gli oneri per le necessarie opere provvisorie e di sicurezza, lo sgombero, la raccolta differenziata del materiale di risulta di qualsiasi tipo e natura, il conferimento con trasporto in discarica autorizzata del materiale di risulta di qualsiasi tipo e natura, l'indennità di discarica e gli oneri per eventuali lavorazioni speciali legate al materiale di risulta.

La Ditta dovrà pertanto eseguire ed apportare tutte quelle riparazioni o modifiche che si ritenessero necessarie per eliminare quegli inconvenienti che nel frattempo si siano potuti manifestare, sempre che siano imputabili a difetti di esecuzioni o costruzione.

Pertanto, entro tale periodo, la Ditta è obbligata a riparare e sostituire a sue spese, tutte quelle parti che si dimostrassero difettose e/o di irregolare funzionamento.

Qualora la Ditta non eseguisse, entro il periodo che sarà fissato di volta in volta, le riparazioni di cui sopra e che saranno giudicate insindacabilmente necessarie dalla D.L., la Stazione Appaltante avrà la facoltà, senza bisogno di altra procedura, di far eseguire direttamente i lavori necessari ad altra Ditta, addebitandone i relativi importi alla Ditta Appaltatrice, rimossa ogni eccezione o riserva.

ALLEGATI:

TAV. PD.08.00: Schemi unifilari quadri elettrici di protezione.

TAV. A4 : Schemi topografici impianto elettrico di distribuzione forza motrice, illuminazione e di terra, con particolari grafici

- RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Dimensionamento cavi

Il dimensionamento dei cavi è in modo da garantire la protezione della conduttura alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2) il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo tale che siano soddisfatte le condizioni:

- a) $I_b \leq I_n \leq I_z$
- b) $I_f \leq 1.45 I_z$

Per soddisfare alla condizione a è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente I_b viene scelta la corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si procede alla scelta della sezione.

La scelta viene fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

$$I_z \text{ minima} = I_n / k$$

dove il coefficiente k di declassamento tiene conto anche di eventuali paralleli. La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale (I_z minima). Gli eventuali paralleli vengono calcolati, nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza, posa, etc. (par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate dal numero di paralleli nel coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma 23.3 IV Ed. hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 e costante per tutte le tarature inferiori a 125A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45. Ne deriva che in base a queste normative la condizione b sarà sempre soddisfatta.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono pertanto protette contro le sovracorrenti.

Dalla sezione del cavo di fase deriva il calcolo dell' I^2t del cavo o massima energia specifica ammessa dal cavo come:

$$I^2t = K^2 S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), in funzione del materiale conduttore e del materiale isolante.

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono valutate in base alle tabelle UNEL 35023-70.

In accordo con queste tabelle la caduta di tensione di un singolo ramo vale:

$$\text{cdt}(I_b) = k_{\text{cdt}} I_b (L_c / 1000 V_n) [R_{\text{cavo}} \cos \varphi + X_{\text{cavo}} \sin \varphi] 100 [\%]$$

dove:

- $k_{\text{cdt}} = 2$ per sistemi monofase
- $k_{\text{cdt}} = 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) e in base alla sezione dei conduttori; i valori della R_{cavo} riportate sono riferiti a 80°C, mentre la X_{cavo} è riferita a 50Hz, entrambe sono espresse in ohm/km.

La $\text{cdt}(I_n)$ viene valutata analogamente alla corrente I_n .

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di un'utenza viene determinata tramite la somma delle cadute di tensione, assolute di un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da questa viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale della utenza in esame.

Dimensionamento conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 (par. 524.2 e par. 524.3) prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifase, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi con sezione del conduttore di fase minore di 16mm², se conduttore in rame, e 25 mm², se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

Il criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

- $S_f \leq 16\text{mm}^2$ se $S_{pe} = S_f$;
- $S_{pe} = 16\text{ mm}^2$ se $16 < S_f \leq 35$;
- $S_{pe} = S_f / 2$ se $S_f > 35\text{ mm}^2$;

Dimensionamento conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 (par. 543.1) prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente criterio:

- $S_f \leq 16\text{mm}^2$ se $S_{pe} = S_f$;
- $S_{pe} = 16\text{ mm}^2$ se $16 < S_f \leq 35$;
- $S_{pe} = S_f / 2$ se $S_f > 35\text{ mm}^2$;

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule.

Il metodo adottato in questo progetto è il secondo.

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi viene fatta alla corrente di impiego e alla corrente nominale, tramite la seguente espressione:

$$T_{\text{cavo}} = T_{\text{ambiente}} + [k_{\text{cavo}} (I_b^2 / I_z^2)]$$
$$T_{\text{cavo}} = T_{\text{ambiente}} + [k_{\text{cavo}} (I_n^2 / I_z^2)]$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente k_{cavo} tiene conto del tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

Rifasamento

Il rifasamento si basa sull'espressione:

$$Q_{\text{rif}} = P_n (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

in cui φ è l'angolo corrispondente al fattore di potenza (0.9) a cui rifasare.

Il rifasamento può essere eseguito in tre modalità:

- distribuito;
- per gruppi;
- centralizzato.

La corrente nominale della batteria di condensatori viene calcolata con:

$$I_{nc} = Q_{\text{rif}} / (k_{ca} V_n) 1000$$

dove Q_{rif} è espressa in kVAR. Le correnti di taratura delle protezioni devono tenere conto (Norma CEI 33-5) che ogni batteria di

condensatori può sopportare costantemente un sovraccarico del 30% dovuto alle armoniche, inoltre deve essere ammessa una tolleranza del 15% sul valore reale della capacità, pertanto:

$$I_{tarth} = 1.53 I_{nc}$$

mentre la taratura della protezione magnetica non deve essere inferiore a:

$$I_{tarmag} = 10 I_{nc}$$

Calcolo dei guasti

Il calcolo dei guasti viene fatto in modo da determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione (inizio linea) e a valle dell'utenza (fine della linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto fase terra (asimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza sono inizializzati da quelli della utenza a monte e i primi vanno, a loro volta, ad inizializzare i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

- a) la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;
- b) l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20 °C.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Le correnti di cortocircuito minime vengono calcolate come descritto nella norma CEI 11.25 (par 9.3), pertanto tenendo conto che:

- la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11.25);
- la resistenza diretta e quella omopolare dei cavi vengono determinate alla temperatura ammissibile dagli stessi alla fine del cortocircuito.

La temperatura alla quale vengono calcolate le resistenze sono date dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3) in cui vengono indicate le temperature massime ammesse in servizio ordinario a seconda del tipo di isolamento di cavo, precisamente:

isolamento in PVC	$T_{max} = 70^{\circ}\text{C}$
isolamento in G	$T_{max} = 85^{\circ}\text{C}$
isolamento in G5/G7	$T_{max} = 90^{\circ}\text{C}$

Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture e di guasto, in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, tramite la quale si è dimensionata la conduttura;
- numero dei poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dall'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto a fine della utenza ($I_{mag\ max}$).

Verifica di selettività

La selettività tra protezioni viene verificata tramite la sovrapposizione delle curve di intervento di tipo magnetotermico.

Dalla sovrapposizione sono disponibili:

corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64.8, pertanto viene sempre data la corrente I_a ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A

della CEI 64.8 (par 413.1.3). Fornendo alcune case una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati vengono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;

- tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle, minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);

- valore del rapporto tra le correnti di intervento magnetico delle protezioni;

- valore della corrente al limite di selettività, ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3, par 2.5.14);

- selettività: viene indicata se la caratteristica della protezione a monte sta completamente sopra la caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico);

- selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito.

Riferimenti normativi

CEI 11-25 1992 la Ed. (EC 909). Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata.

CEI 11-28 1993 la Ed. (IEC 781). Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.

CEI 17-5 Va Ed. 1992. Apparecchi a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.

CEI 23-3 IV Ed. 1991. Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

CEI 33-5 la Ed. 1984. Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 660V.

CEI 64-8 IIIa Ed. 1992. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

IEC 364-5-523. Wiring system. Current-carrying capacities.

CEI UNEL 35023 1970. Cavi per energia isolati con gomma con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4-cadute di tensione.

CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternta e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternta e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

Legenda variabili riportate nella relazione di calcolo

Cdt(lb): caduta di tensione parziale calcolata alla corrente lb e cosφ nominale;	%
Cdt(In): caduta di tensione parziale calcolata alla corrente In e cosφ nominale;	%
Cdt tot: caduta di tensione totale calcolata alla corrente lb e cosφ nominale;	%
Cosφ: fattore di potenza nominale;	
Coeff.cont: fattore di contemporaneità;	
Coeff.uti: fattore di utilizzo;	
lb: corrente di impiego;	A
In: corrente nominale della protezione a monte;	A
Iz: corrente ammissibile del cavo di fase;	A
Iz N: portata del conduttore di neutro;	A
Iz PE: portata del conduttore di protezione;	A
IzF/IzN: rapporto tra portata conduttore di fase e conduttore di neutro;	
IzF/IzPE: rapporto tra portata conduttore di fase e conduttore di protezione;	
Imag max: corrente magnetica massima pari alla minima corrente di guasto a valle;	A
I _{max m} : massima corrente di guasto a monte, potere di interruzione minimo richiesto;	kA
Ikmin: corrente minima di cortocircuito trifase a valle dell'utenza;	kA
Ikmax: corrente massima di cortocircuito trifase a valle dell'utenza;	kA
Ip: corrente di picco in cortocircuito trifase;	kA
Ik1min: corrente minima di cortocircuito fase terra a valle dell'utenza;	kA
Ik1max: corrente massima di cortocircuito fase terra a valle dell'utenza;	kA
Ip1: corrente di picco in cortocircuito fase terra;	kA
I _{th} : corrente di taratura della protezione termica;	A
Imag: corrente di taratura della protezione magnetica;	A
I _{cn} : potere di interruzione riferito alla tensione nominale;	kA
I _{dn} : corrente di taratura della protezione differenziale;	A
k: coefficiente di declassamento complessivo del cavo;	
K ² -S ² F: integrale di Joule dei conduttori di fase;	A ² s
K ² -S ² N: integrale di Joule del conduttore di neutro;	A ² s
K ² -S ² PE: integrale di Joule del conduttore di protezione;	A ² s
Lc: lunghezza del cavo;	m
L _{max.p} : massima lunghezza protetta;	m
N°circ.: numero di cavi o circuiti in prossimità;	
P _{tot} : potenza attiva totale, calcolata a corrente nominale e cosφ unitario;	kW
P _n : potenza attiva nominale;	kW
P _{ass} : potenza attiva media assorbita;	kW
P _d : potenza di dimensionamento;	kW
P _{max} : potenza attiva massima assorbita;	kW
Q _n : potenza reattiva nominale;	kVAR
Q _c : potenza reattiva di rifasamento;	kVAR
R _{0l} : resistenza a sequenza omopolare dell'utenza;	mΩ
R _{0fl} : resistenza a sequenza omopolare a valle dell'utenza;	mΩ
R _{dl} : resistenza a sequenza diretta dell'utenza;	mΩ
R _{dfl} : resistenza a sequenza diretta a valle dell'utenza;	mΩ
R _{polo} : resistenza per polo;	mΩ
T _{amb} : temperatura ambiente (del terreno per posa interrata);	°C
T _{c(lb)} : temperatura cavo calcolata alla corrente lb;	°C
T _{c(In)} : temperatura cavo calcolata alla corrente In;	°C
V _n : tensione nominale;	V
X _{0l} : reattanza a sequenza omopolare dell'utenza;	mΩ
X _{0fl} : reattanza a sequenza omopolare a valle dell'utenza;	mΩ
X _{dl} : reattanza a sequenza diretta dell'utenza;	mΩ
X _{dfl} : reattanza a sequenza diretta a valle dell'utenza;	mΩ
X _{polo} : reattanza per polo;	mΩ
Z _{kmin} : impedenza minima di guasto trifase a valle dell'utenza;	mΩ
Z _{kmax} : impedenza massima di guasto trifase a valle dell'utenza;	mΩ
Z _{smin} : impedenza minima di guasto fase terra a valle dell'utenza;	mΩ
Z _{smax} : impedenza massima di guasto fase terra a valle dell'utenza;	mΩ