



Via Citella n. 71/A
37012 BUSSOLENGO (Verona)
Tel/Fax 045/7158548
e-mail : info@studioamantia.it
P.IVA 04099570238
Numero REA: VR - 391932



Bussolengo Li, 26/02/2024

RELAZIONE TECNICA GENERALE

IMPIANTO ELETTRICO

OGGETTO: REALIZZAZIONI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICIO RESIDENZA
UNIVERSITARIA PIAZZALE L.A. SCURO

ALLEGATI: PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE: ESU s.r.l.

COMUNE DI: VERONA

PROVINCIA DI: VERONA

Il Tecnico:
(Dott. Ing. Giovanni AMANTIA)

INDICE:

1.0 - SCOPO E OGGETTO DEL LAVORO

- 1.1 - Oggetto della relazione
- 1.2 - Generalità
- 1.3 - Elenco delle vie oggetto di intervento
- 1.4 - Tipologia lavorazioni per vie

2.0 - LIMITI DI FORNITURA

- 2.1 - Opere incluse nel prezzo di appalto
- 2.2 - Opere escluse nel prezzo di appalto
- 2.3 - Aree da definire

3.0 - CONDIZIONI GENERALI

- 3.1 - Premessa
- 3.2 - Disegni e specifiche
- 3.3 - Approvazione del materiale ed apparecchiature
- 3.4 - Norme, regolamenti, disposizioni di legge
- 3.5 - Limitazione degli spazi
- 3.6 - Passaggi ed attraversamenti
- 3.7 - Montaggi
- 3.8 - Identificazione apparecchiature e condutture
- 3.9 - Protezione del personale
- 3.10 - Rumore e vibrazioni apparecchiature
- 3.11 - Documentazione finale di progetto
- 3.12 - Condizioni climatiche
- 3.13 - Coordinamento lavori
- 3.14 - Oneri a carico dell'appaltatore
- 3.15 - Prove, verifiche e collaudi delle apparecchiature e dei materiali
- 3.16 - Prove e verifiche in corso d'opera ed in sede di collaudo degli impianti
 - *Controlli generali sull'impianto*
 - *Sicurezza dell'impianto*
 - *Cavi e conduttori*

4.0 - CRITERI NORMATIVI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

- 4.1 - Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti
- 4.2 - Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione
- 4.3 - Protezione mediante doppio isolamento
- 4.4 - Illuminazione Pubblica
- 4.5 - Classificazione illuminotecnica stradale

5.0 - MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

- 5.1 - Premessa
- 5.2 - Disposizioni legislative generali
- 5.3 - Tipi di manutenzione e legge DM 37/08

1.0 - SCOPO E OGGETTO DEL LAVORO

1.1 - Oggetto della relazione

Oggetto della presente relazione è la realizzazione di due impianti fotovoltaici da realizzare sulla copertura della residenza universitaria sita in piazzale Scuro, 12 Verona

1.2 - Generalità

Per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono stati tenuti in considerazione i seguenti criteri:

- riduzione di consumo di energia elettrica prelevata dalla rete elettrica nazionale ;
- massima affidabilità dei sistemi e dei componenti e apparecchiature;
- frazionamento impiantistico in maniera di salvaguardare la continuità anche parziale degli impianti in caso di avarie e/o manutenzione ordinarie e straordinarie;
- semplicità ed economicità di gestione e manutenzione;
- massima sicurezza degli impianti e delle persone.

Nell'ambito delle opere di cui sopra è stata prevista la realizzazione dei seguenti impianti:

- installazione sulla copertura di moduli fotovoltaici monocristallini,
- realizzazione di struttura metallica per l'alloggiamento degli inverter, delle protezioni AC/DC e contatore energia prodotta;
- linee elettriche lato corrente continua e lato corrente alternata.

Per la realizzazione dei suddetti impianti dovranno essere considerate le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali che sono descritti nelle specifiche tecniche indicate, sulle planimetrie allegate e nella descrizione dei materiali del computo metrico.

Le quantità per la realizzazione degli impianti dovranno essere indicate e stimate a cura e responsabilità dell'appaltatore e fornire quelle necessarie per la realizzazione dei lavori.

Per la realizzazione dei suddetti impianti dovranno pure essere compresi tutti quei materiali, anche

se non chiaramente specificati ed indicati sui disegni e nelle descrizioni dei materiali del computo

metrico, ma necessari per rendere il lavoro completo e funzionante in ogni sua parte ed a regole

d'arte.

2.0 - LIMITI DI FORNITURA

2.1 - Opere incluse nel prezzo di appalto

- Spese generali e utile d'impresa;
- Montaggio dell'impianto e fornitura dei materiali oggetto del lavoro;
- Manodopera per manovalanza di aiuto ai montatori;
- Installazione di tutti i materiali e mezzi d'opera necessari per il montaggio, ivi compreso gli attrezzi di lavoro;
- Trabattelli, scale e loro movimentazioni, gru, paranchi per sollevamento e messa in posizione di tutte le apparecchiature, ivi compresa la manovalanza necessaria;
- Trasporto dei materiali franco cantiere;
- Imballo dei materiali, ove necessario;
- Scarico e movimentazione, interna al cantiere, dei materiali;
- Oneri assicurativi nei confronti sia del proprio personale che di terzi per cause ad esso inerenti;
- Tutti i materiali, entro i limiti di batteria, per le opere previste in appalto;
- Tutti i materiali accessori e di consumo, anche se non specificati come necessari per l'esecuzione degli impianti;
- Alimentazione di tutte le apparecchiature esistenti nell'impianto non soggette ad interventi di ristrutturazione;
- Magazzino e guardiania dei materiali, macchinari, attrezzature ed accessori;
- Parti di ricambio di primo impiego fino alla data del "Verbale di accettazione provvisoria";
- Avviamento, taratura e messa a punto dell'impianto;
- Elaborazione di disegni finali "AS BUILT";
- Smontaggio e rimessa in ripristino di quanto fosse necessario smontare e/o modificare provvisoriamente per l'esecuzione dei collaudi;
- Pulizia e sgombero dell'area di cantiere a fine lavori;
- Eventuale verniciatura finale, ove richiesta, dei materiali costituenti l'impianto;
- Ogni altro onere, anche se non specificatamente menzionato, per dare l'impianto finito e funzionante;
- Sopralluoghi in cantiere e coordinamento con la Direzione Lavori;
- Realizzazione di tutte opere murarie per la realizzazione completa degli impianti come pozzetti, scavi su terra e cemento/asfalto, demolizione di plinto, chiusura fori e tutte le opere edili necessarie per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

2.2 - Opere escluse nel prezzo di appalto

- Contatore energia prodotta fornito dal distributore elettrico;

2.3 - Aree da definire

La Committente si riserva il diritto di non procedere alla realizzazione degli impianti in alcune aree del fabbricato senza che ciò possa costituire titolo, da parte dell'appaltatore, di richiedere maggiori compensi a scopo di indennizzo. La definizione di tali aree sarà concordata tra la Committente e la Direzioni lavori comunicata per iscritto all'appaltatore.

3.0 - CONDIZIONI GENERALI

3.1 - Premessa

Per tutte le norme generali, clausole e condizioni di fornitura vale quanto indicato nel capitolato speciale d'appalto.

Qui di seguito, vengono riportate alcune norme e prescrizioni particolari aggiuntive e/o integrative relative agli impianti elettrici da adottarsi per i lavori in oggetto.

3.2 - Disegni e specifiche

I disegni allegati sono parte integrante della presente specifica tecnica. Ai collegamenti ed ai percorsi delle canalizzazioni dei cavi elettrici, ecc. potranno essere apportate le necessarie modifiche per evitare eventuali strutture, travi, ecc. e limitare le aperture di tracce alle pareti. I disegni esecutivi di progetto dovranno sempre essere integrati e/o sostituiti dai disegni esecutivi di cantiere.

I disegni forniti, indicanti la posizione delle principali apparecchiature e lo sviluppo delle canalizzazioni degli impianti, dovranno essere il più possibile rispettati. Nel caso che le condizioni degli spazi disponibili per il percorso degli impianti e l'alloggiamento delle apparecchiature risultino inadeguati, dovrà essere dato tempestivo avviso alla Direzione Lavori prima di procedere con i lavori.

Gli elaborati grafici potranno non indicare tutte le apparecchiature quali tubazioni, cassette di transito, giunti di dilatazione sui canali, ecc. che saranno comunque necessari alla realizzazione degli impianti. L'appaltatore dovrà inoltre attentamente verificare le opere strutturali e di finitura e provvedere ai lavori in accordo con queste.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, l'appaltatore dovrà, senza addebito, realizzare delle ragionevoli modifiche nella distribuzione, necessarie per evitare e/o prevenire interferenze con altri lavori o per una migliore realizzazione distributiva delle proprie opere, nonché per limitare la realizzazione di opere murarie quali tracce, fori, ecc.

3.3 - Approvazione del materiale ed apparecchiature

Prima dell'esecuzione dei lavori, dovrà essere sottomessa per approvazione alla Direzione Lavori la documentazione ed i cataloghi tecnici, per l'approvazione di tutte le apparecchiature e materiali per la realizzazione degli impianti.

3.4 - Norme, regolamenti, disposizioni di legge

L'appaltatore dovrà realizzare i lavori in accordo alle aggiornate ed applicabili norme, regolamenti e disposizioni delle autorità, anche se non tutte menzionate qui di seguito.

Nel caso siano richieste modifiche, rispetto ai documenti di contratto, da parte delle autorità, le stesse dovranno essere sottomesse alla Direzione Lavori per l'approvazione prima di procedere con i lavori.

Gli impianti dovranno essere realizzati a "regola d'arte" non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per la qualità e per le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali.

In particolare, dovranno essere osservate le seguenti normative, regolamenti e disposizioni legislative:

- Legge n° 186 del 1 marzo 1968 norme sull'esecuzione degli impianti elettrici.;
- Legge n° 818 del 7 febbraio 1984 norme per la prevenzione incendi e successive integrazioni, modifiche e circolari;
- DM 37/08 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 di edifici;
- Decreto legislativo 9/4/2008 n° 81 – Attuazione dell'articolo 1 legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Legge regionale 07 agosto 2009, n. 17 – Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici;
- Normative vigenti del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI);
- Eventuali progetti norme CEI se citati nella presente specifica tecnica;
- Prescrizioni della Società Distributrice dell'energia elettrica competente per la zona;
- Prescrizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco;
- Prescrizioni della Società per l'esercizio telefonico;
- Normative e raccomandazioni dell'Ispettorato del Lavoro, ISPESL e ULSS;
- Prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali;
- Prescrizioni UTIF e norme fiscali riguardanti l'energia elettrica;
- Norme UNI e tabelle UNEL, per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo;
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da Enti autorizzati ed applicabili agli impianti oggetto della presente specifica tecnica.

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto sarà rispondente alle norme, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.

In caso di emissione di nuove normative l'appaltatore è tenuto a comunicarlo immediatamente alla Direzione Lavori, dovrà adeguarsi ed il costo supplementare verrà riconosciuto se la data di emissione della norma risulterà posteriore all'appalto.

Dovranno pure essere rispettate le prescrizioni espresse nel capitolato, anche se sono previsti dei dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minime consentiti dalle norme.

3.5 - Limitazione degli spazi

Nell'installazione del box inverter dovrà essere prevista un adeguato spazio di rispetto in accordo alle richieste delle normative e secondo possibili specifiche richieste da parte della Direzione Lavori.

3.6 - Passaggi ed attraversamenti

L'appaltatore sarà responsabile nel provvedere per tempo alla fornitura della documentazione atta alla realizzazione delle predisposizioni ove necessario per il passaggio delle tubazioni .

L'appaltatore per la realizzazione delle aperture di passaggio di cui sopra dovrà sempre ottenere, prima della realizzazione delle stesse, l'approvazione da parte della Committente.

3.7 - Montaggi

Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere installati in accordo alle raccomandazioni del produttore e conformemente alle richieste di contratto.

3.8 - Identificazione apparecchiature e condutture

Tutte le apparecchiature quali quadri elettrici, organi di sezionamento, box terminali e di smistamento, cassette di derivazione, corpi illuminanti dovranno essere identificabili a mezzo di targhette permanentemente applicate alle apparecchiature stesse.

Dovranno altresì essere identificate per colorazione, in accordo alle normalizzazioni vigenti, tutte le condutture elettriche, nonché avere le stesse, le opportune siglature, in ogni cassetta, quadro e sul percorso del circuito di appartenenza.

Le targhette dovranno corrispondere all'identificazione individuale dai disegni finali e dovranno indicare le fasi, la tensione, la sorgente di alimentazione.

3.9 - Protezione del personale

L'appaltatore dovrà fornire serrature o lucchetti di chiusura di sicurezza per le seguenti apparecchiature:

- Quadri elettrici;
- Box

3.10 - Rumore e vibrazioni apparecchiature

L'appaltatore dovrà provvedere affinché le apparecchiature che possono produrre rumore e vibrazioni siano installate in modo da non trasmettere le stesse alle strutture posizionate nelle vicinanze delle lavorazioni.

3.11 - Documentazione finale di progetto

Prima del collaudo provvisorio degli impianti l'appaltatore sottometterà alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- I disegni esecutivi di rilievo degli impianti rispecchianti l'esatta ubicazione e l'immediata identificazione di ogni singolo componente degli impianti stessi, nonché disegni di ingombro, delle macchine, quadri e parti di impianto prefabbricate compresa la disposizione fronte quadro e gli schemi di potenza e funzionali dei quadri elettrici.
- La documentazione tecnica dei principali componenti degli impianti con particolare riguardo alle caratteristiche funzionali e dimensionali.
- Il modulo di denuncia della rete di terra, se necessario, ed il modulo di denuncia degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, se richiesto dalle vigenti disposizioni di legge, sottomessi all'ISPESL competente per zona, completi di planimetrie e relazioni tecniche firmate da professionisti abilitati.
- La dichiarazione di conformità che l'impianto è stato eseguito secondo le normative e leggi vigenti, ai sensi del D.M. 37/08, completa di tutti gli allegati obbligatori previsti per legge.
- I disegni e gli schemi dovranno essere consegnati nel numero di due copie eliografiche più una copia su supporto magnetico CD in formato .dwg per i disegni e formato .doc per i testi. Le relazioni tecniche ed i certificati di omologazione delle apparecchiature dovranno essere consegnate nel numero di tre copie cartacee e una copia su supporto CD in formato pdf.

3.12 - Condizioni climatiche

Tutte le apparecchiature ed i materiali utilizzati saranno dimensionati per un funzionamento continuo entro un campo di temperatura pari a: -5 °C +40 °C, ove non espressamente indicato all'interno della presente relazione.

3.13 - Coordinamento lavori

L'appaltatore dovrà coordinare l'esecuzione di tutti i propri lavori con i lavori forniti da altre aziende.

Dove necessario nei punti di possibili interferenze dovranno essere preparati dall'appaltatore e sottomessi alla Direzione Lavori dei disegni costruttivi indicanti la realizzazione delle proprie opere con quelle realizzate da altri fornitori.

3.14 - Oneri a carico dell'appaltatore

I prezzi per la fornitura in opera degli impianti, oggetto della presente specifica tecnica, oltre agli oneri derivanti dalle prescrizioni tecniche si intendono comprensivi, e compensati nei prezzi, anche gli oneri indicati nei limiti di fornitura e dei seguenti oneri:

- a) Gli accessori ed i materiali di consumo anche se non specificati come necessari per l'esecuzione degli impianti.
- b) La verniciatura con doppia mano di antiruggine o con due mani di smalto del tipo più adatto e di colore richiesto dalla Direzione Lavori, di tutte le parti metalliche (se non già specificatamente richieste zincate a fuoco).
- c) La conduzione gratuita di tutti gli impianti per il periodo dalla fine dei lavori al collaudo provvisorio favorevole.

- d) Il trasporto all'interno del cantiere con mezzi idonei di tutti i materiali e le apparecchiature; l'appaltatore dovrà inoltre programmare con la Direzione Lavori il trasporto di tutte quelle apparecchiature che, per problemi di dimensioni, di peso od altro, dovessero interferire con altri lavori.
- e) La mano d'opera per l'installazione di tutti materiali e le apparecchiature oggetto della fornitura, compreso l'uso di tutti gli attrezzi di lavoro ed i materiali minuti e di consumo.
- f) Le opere provvisorie di cantiere per la realizzazione dei lavori.
- g) La pulizia del cantiere dagli sfridi al termine dei lavori di installazione per ogni giornata lavorativa.
- h) Il sopralluogo in cantiere per la verifica e gli eventuali rilievi della corrispondenza degli elaborati di progetto alle condizioni effettive di esecuzione e di stato di tutte quelle opere che interessano gli impianti da eseguire; l'appaltatore dichiara pertanto di avere preso visione di tutte le condizioni ambientali, locali ed altro che possa influire sulle condizioni contrattuali nonché sulla elaborazione dell'offerta ed esecuzione dei lavori.
- i) Le verifiche alla fine dei lavori e comunque prima del collaudo provvisorio della rispondenza alle normative tecniche vigenti.
- j) I materiali provenienti da rimozioni e smantellamento sono di proprietà della Committente, salvo particolari casi in cui la stessa vi rinuncia e, pertanto, salvo diversa indicazione, l'appaltatore dovrà trasportarli e regolarmente accatastarli in opportuna area designata dalla Committente stessa.
- k) Oltre a quanto specificato l'appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni relative alla quotazione, fornitura ed alla conduzione dei lavori:
 - Il personale impiegato per l'esecuzione dei lavori dovrà essere qualificato e specializzato, ben accetto alla Committente e dovrà attenersi agli orari di lavoro stabiliti.
 - Il personale dovrà osservare tutte le indicazioni della Committente e della Direzione Lavori e, in caso di mancato rispetto delle regole da osservare, essere sostituito senza che per questo l'appaltatore possa pretendere compensi o indennità di sorta.
 - Il materiale presente in cantiere, sia esso installato o semplicemente immagazzinato, si intende sempre affidato alla responsabilità dell'appaltatore sino alla consegna dei lavori.
 - L'appaltatore sarà ritenuto responsabile di ogni danno che possa derivare, per causa delle sue opere o del suo personale, ai propri dipendenti, a terze persone e ad opere anche ad essa non pertinenti.
 - L'esecuzione di tutte quelle modifiche per rifacimenti conseguenti al mancato rispetto degli elaborati e norme contrattuali, istruzioni od ordine della Committente o della Direzione Lavori, nonché per errate esecuzione dei lavori o danno che dovessero causare ad altre opere.
 - Saranno inoltre a carico dell'appaltatore tutti gli oneri derivanti da mancati ed errati coordinamenti dei propri lavori con altre opere od impianti.

3.15 - Prove, verifiche e collaudi delle apparecchiature e dei materiali

Durante la costruzione dei quadri elettrici ed apparecchiature e alla ultimazione di essi devono essere effettuate le necessarie prove e verifiche di conformità delle forniture con le norme di riferimento e con le prescrizioni e specifiche tecniche.

Il collaudo consiste nell'effettuazione delle prove di accettazione previste dalle norme, regolamenti, disposizioni, le più importanti delle quali sono riportate qui di seguito e nella descrizione dei materiali componenti gli impianti.

Nel caso la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, i collaudi verranno effettuati alla presenza di tecnici da essa delegati; pertanto dovrà essere loro garantito libero accesso nelle officine dell'appaltatore e dei subfornitori dello stesso. I collaudi in officina del costruttore interesseranno principalmente i quadri elettrici.

Dei collaudi eseguiti in officina dovranno essere redatti verbali contenenti complete indicazioni delle modalità di esecuzione, dei risultati ottenuti e della rispondenza alle prescrizioni del capitolato. I verbali dovranno essere consegnati con gli impianti al collaudo definitivo. Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali dovranno essere forniti i certificati.

3.16 - Prove e verifiche in corso d'opera ed in sede di collaudo degli impianti

Durante il corso dei lavori, la Direzione Lavori si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianto in modo da poter intervenire tempestivamente qualora non fossero rispettate le condizioni del presente capitolato e comunque le norme, regolamenti, disposizioni.

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con la Direzione Lavori ed alla presenza di tecnici da essa delegati.

Il materiale, le apparecchiature ed il personale per tutte le prove sopra elencate sono a carico dell'appaltatore.

Le verifiche dovranno essere eseguite in modo che esse risultino complete prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori, in particolare, sia nel caso di prove durante l'esecuzione dei lavori che in sede di collaudo finale saranno effettuati i seguenti test sugli impianti:

Controlli generali sull'impianto

- Verifica quantitativa, qualitativa e funzionale per accertare la conformità alle caratteristiche fondamentali dell'impianto, specialmente di quelle di più difficile accesso a montaggio ultimato.

Sicurezza dell'impianto

- Verifica della inaccessibilità di parti sotto tensione salvo l'impiego di utensili.

Cavi e conduttori

- Verifica dei percorsi, della sfilabilità, del coefficiente di riempimento e delle portate.
- Resistenza di isolamento, misurata per ogni sezione d'impianto ad interruttori chiusi, ma non in tensione, con linee di alimentazione e di uscita collegate, con tutte le utilizzazioni connesse con tutte le lampade rimosse dai corpi illuminanti e con gli interruttori da incasso in posizione di chiuso. La resistenza deve essere nei limiti ammessi dalle norme.
- Verifica delle sezioni dei conduttori in funzione dell'energia specifica passante dagli interruttori a seguito di un intervento per corto circuito verifica della continuità elettrica dei circuiti.

4.0 - CRITERI NORMATIVI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

4.1 - Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

a) il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra (norme CEI 64-8/5 art. 542.2);

b) il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, e destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno, (norme CEI 64-8/5 art. 542.3);

c) il conduttore di protezione che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (e destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mmq. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro può avere anche la funzione di conduttore di protezione (norme CEI 64-8/5);

e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee cioè le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra, (norme CEI 64-8/5 art. 547 e seguenti).

4.2 - Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t = 50/I_s \text{ (sistemi TT)}$$

dove R_t è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra, nelle condizioni più sfavorevoli, ed I_s è il valore, in Ampère, della corrente di intervento del dispositivo di protezione; se l'impianto

comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata.

Qualora il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti sia del tipo a tempo inverso, I_s è la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5 secondi.

Quando il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti è del tipo a scatto istantaneo, I_s è la corrente minima che ne provoca lo scatto istantaneo.

Nei sistemi TN le caratteristiche di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile, in qualsiasi parte dell'impianto, tra un conduttore di fase e un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro un tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

dove:

Z_0 = impedenza dell'anello di guasto comprendente la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a = corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella tabella 41A delle norme CEI 64-8 art. 413.1.3.3, in funzione della tensione nominale U_0 ; I_{dn} se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale;

U_0 = tensione nominale in c.a. valore efficace tra fase e terra.

- coordinamento fra impianto di messa a terra ed apparecchi di protezione differenziali (sistema TT).

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale, che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficiente, deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t = 50/I_d$$

dove I_d è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

4.3 - Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando:

- macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni: apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

5.0 - MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

5.1 - Premessa

Per manutenzione di un impianto elettrico si intende l'insieme dei lavori necessari per conservare in buono stato di efficienza, e soprattutto di sicurezza, l'impianto elettrico stesso.

Una costante attività di manutenzione è indispensabile per conservare gli impianti in conformità alla regola d'arte, cioè per fare in modo che forniscano in sicurezza le prestazioni richieste.

La regola d'arte discende da una corretta progettazione, scelta e installazione di componenti idonei. Non è però sufficiente avere progettato e costruito un impianto a regola d'arte, poiché qualsiasi componente, anche se utilizzato correttamente, non può mantenere invariate nel tempo le proprie prestazioni e caratteristiche di sicurezza.

I principali obiettivi della manutenzione di seguito elencati.

- Conservare le prestazioni e il livello di sicurezza iniziale dell'impianto contenendo il normale degrado ed invecchiamento dei componenti.
- Ridurre i costi di gestione dell'impianto evitando perdite per mancanza di produzione a causa del deterioramento precoce dell'impianto stesso.
- Rispettare le disposizioni di legge.

5.2 - Disposizioni legislative generali

Il controllo e la gestione degli impianti rappresentano un aspetto fondamentale per quanto riguarda la sicurezza sul lavoro. Il testo unico Dlgs. 81/08 al Capo III agli articoli 81,82,83,84,85,86 descrive il punto di vista della normativa e gli obblighi da rispettare al fine di tutelare la sicurezza dei lavoratori. Gli [impianti](#) e le apparecchiature elettriche dovranno essere utilizzate secondo le procedure stabilite e contenute nei manuali d'uso, allo stesso modo, la produzione degli impianti, assemblaggio e installazioni dovranno essere realizzati secondo la "regola d'arte" e mantenuti costantemente in perfetto stato onde evitare malfunzionamenti che possano ricreare situazioni di rischio per i lavoratori che li utilizzano.

Articolo 81

Tutti i materiali, i macchinari e le apparecchiature, nonché le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere progettati, realizzati e costruiti a regola d'arte. Ferme restando le disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto, i materiali, i macchinari, le apparecchiature, le installazioni e gli impianti di cui al comma precedente, si considerano costruiti a regola d'arte se sono realizzati secondo le norme di buona tecnica contenute nell'allegato IX.

Le procedure di uso e manutenzione devono essere predisposte tenendo conto delle disposizioni legislative vigenti, delle indicazioni contenute nei manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature ricadenti nelle direttive specifiche di prodotto e di quelle indicate nelle norme di buona tecnica contenute nell'allegato IX.

Articolo 82

E'vietato eseguire lavori sotto tensione. Tali lavori sono tuttavia consentiti nei casi in cui le tensioni su cui si opera sono di sicurezza, secondo quanto previsto dallo stato della tecnica secondo la

migliore scienza ed esperienza, nonché quando i lavori sono eseguiti nel rispetto delle seguenti condizioni:

a) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica;

b) per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua:

1) l'esecuzione di lavori su parti in tensione deve essere affidata a lavoratori riconosciuti dal datore di lavoro come idonei per tale attività secondo le indicazioni della pertinente normativa tecnica;

2) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica;

c) per tensioni nominali superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua purché:

1) i lavori su parti in tensione sono effettuati da aziende autorizzate con specifico provvedimento dei competenti uffici del Ministero del lavoro e della previdenza sociale ad operare sotto tensione;

2) l'esecuzione di lavori su parti in tensione è affidata a lavoratori abilitati dal datore di lavoro ai sensi della pertinente normativa tecnica riconosciuti idonei per tale attività;

3) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica.

2. Con decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale, da adottarsi entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto legislativo, sono definiti i criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui al comma 1, lettera c), numero 1).

3. Hanno diritto al riconoscimento di cui al comma 2 le aziende già autorizzate ai sensi della legislazione vigente.

Articolo 83

1. Non possono essere eseguiti lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette, o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, e comunque a distanze inferiori ai limiti di cui alla tabella 1 dell'allegato IX, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.

2. Si considerano idonee ai fini di cui al comma 1 le disposizioni contenute nella pertinente normativa di buona tecnica

Articolo 84

1. Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica.

Articolo 85

1. Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dai pericoli determinati dall'innescò elettrico di atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza o sviluppo di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili, o in caso di fabbricazione, manipolazione o deposito di materiali esplosivi.

2. Le protezioni di cui al comma 1 si realizzano utilizzando le specifiche disposizioni di cui al presente decreto legislativo e le pertinenti norme di buona tecnica di cui all'allegato IX.

Articolo 86

1. Ferme restando le disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462, il datore di lavoro provvede affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini, siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.
2. Con decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale e del Ministro della salute vengono stabilite, sulla base delle disposizioni vigenti, le modalità ed i criteri per l'effettuazione delle verifiche di cui al comma 1.
3. L'esito dei controlli di cui al comma 1 deve essere verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.

5.3 - Tipi di manutenzione e legge DM 37/08

Si possono distinguere tre tipi di manutenzione:

- la manutenzione correttiva (o di emergenza): si attua per riparare guasti o danni;
- la manutenzione preventiva (o programmata): si sviluppa secondo scadenze prefissate, generalmente durante le fermate dell'impianto; può comportare la sostituzione di parti elettriche critiche indipendentemente da loro stato d'uso;
- la manutenzione predittiva (o controllata): si utilizza il controllo e l'analisi dei parametri fisici per stabilire l'esistenza o meno di interventi; consente di intervenire orientando la manutenzione solo sui componenti che ne hanno effettivamente bisogno.

I diversi tipi di manutenzione non sono da intendersi in alternativa, va attentamente valutato in che misura applicarli e integrarli tra loro, in funzione di:

- complessità degli impianti,
- danni alla produzione per fermo impianto,
- danni allo stabilimento,
- disponibilità di sistemi di emergenza (gruppi elettrogeni),
- disponibilità e professionalità del personale di manutenzione,
- organizzazione del sistema di gestione scorte di magazzino.

La manutenzione correttiva è sempre necessaria e dipende dal verificarsi dei guasti.

La manutenzione programmata dipende dalle seguenti varianti:

- sicurezza del personale che deve intervenire,
- complessità delle lavorazioni da eseguire,
- possibili danni alla produzione,
- tempi di intervento della manutenzione, reperibilità delle parti di ricambio,
- esistenza di sistemi di emergenza (gruppi elettrogeni),
- flessibilità e sovraccaricabilità degli impianti,
- condizioni e difficoltà ambientali.

La manutenzione predittiva si applica soprattutto agli impianti elettrici di una certa complessità, o quando si è di fronte a particolari esistenze di sicurezza e continuità di servizio. La manutenzione

predittiva richiede il monitoraggio continuo o periodico, attraverso sensori o misure di variabili fisiche quali corrente, resistenze, tensione, temperatura, vibrazioni, stati di componenti, ecc. ed il loro confronto con i valori di riferimento, ad esempio mediante un processore.

In proposito si ricorda che:

- la telemisura delle correnti assorbite permette di segnalare le situazioni di sovraccarico anomale e consente di intervenire disinserendo eventuali cariche non prioritari;
- le riprese termografiche rivelano le variazioni di temperature verificatesi su apparecchiature elettriche quali trasformatori, interruttori di bassa tensione;
- gli sganciatori elettronici a microprocessore includono funzioni speciali utili ai fini della diagnostica;
- Il monitoraggio del numero di manovre eseguite dai contattori permette di programmarne la sostituzione.

Ai fini del DM 37/08 si distingue la manutenzione ordinaria e straordinaria.

La manutenzione ordinaria comprende i lavori finalizzati a:

- contenere il degrado normale d'uso;
- a fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso.

Per gli interventi di manutenzione ordinaria:

- non c'è obbligo di progettazione;
- bisogna ricorrere a personale tecnicamente qualificato, ma non necessariamente abilitato ai sensi del DM 37/08;
- non c'è obbligo di rilasciare la dichiarazione di conformità.

La manutenzione straordinaria riguarda:

- gli interventi con rinnovo o sostituzioni di parti dell'impianto che:
 - non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni;
 - non modifichino la destinazione d'uso dell'impianto;
 - siano destinati a riportare l'impianto in condizioni ordinarie di esercizio;
 - richiedano in genera l'uso di strumenti o attrezzi particolari, di uso non corrente;
- gli interventi che non possano essere ricondotti a:
 - manutenzione ordinaria;
 - trasformazione;
 - ampliamento;
 - nuovo impianto.

Per gli interventi di manutenzione straordinaria:

- si deve ricorrere ad imprese installatrici abilitate ai sensi del DM 37/08; in alternativa, la manutenzione straordinaria può essere svolta dall'ufficio tecnico interno di imprese non installatrici, che abbiano un responsabile dei lavori sugli impianti elettrici con i requisiti tecnico professionali;
- non c'è obbligo di progettazione;
- l'impresa installatrice, o l'ufficio tecnico interno di impresa non installatrice, deve rilasciare la dichiarazione di conformità:

Ampliamento: espansione dell'impianto elettrico con aggiunta di una o più circuiti elettrici.

Trasformazione: la realizzazione di modifiche derivanti da uno o più dei seguenti motivi:

- cambio di destinazione d'uso dell'edificio;
- cambio di destinazione d'uso del luogo in cui è installato l'impianto;
- cambio delle condizioni di alimentazione dell'impianto;
- applicazione di prescrizioni di sicurezza (per quanto non rientrante nella manutenzione ordinario e straordinaria);
- rifacimenti parziali non riconducibili a manutenzione straordinaria.

Nuovo impianto: realizzazione di un impianto non esistente in precedenza o rifacimento completo di un impianto esistente.

Per gli interventi di ampliamento, trasformazione e nuovo impianto:

- si deve ricorrere ad imprese installatrici abilitate ai sensi del DM 37/08
- l'impresa installatrice deve rilasciare la dichiarazione di conformità.

In definitiva, prima di procedere a qualsiasi intervento su di un impianto elettrico si dovrà provvedere ad una classificazione dell'intervento secondo il DM 37/08 per determinare se c'è l'obbligo di progetto e se deve essere effettuato da impresa abilitata.