



REGIONE BASILICATA

COMUNE DI GENZANO DI L. (PZ)



Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto Agrivoltaico, delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, denominato DERRICO, da realizzarsi in agro del Comune di Genzano di L.

Progetto Definitivo



Elaborato

Tav n°

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE SUGLI IMPIANTI

A.7.2

Data: Ottobre 2021

Scala:

Rev.	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato

Progettazione

Ing. Francesco ABBATE

Via degli Oleandri, 32
85100 Potenza (PZ)
cell.: 347 3452951
e-mail: abbate.francesco@gmail.com



Proponente

Luminora Derrico S.r.l.

Via Tevere, 41
00198 Roma
e-mail: roberto.capuozzo@powertis.com
PEC: luminoraderricosrl@legalmail.it

Powertis

Luminora Derrico S.r.l.
Via Tevere 41 00198 Roma
C.F. e P.IVA 16073241008

Visti

Powertis.com

Luminora Derrico S.r.l.

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrivoltaico, delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, denominato "DERRICO", da realizzarsi in agro del Comune di Genzano di L., per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e della potenza nominale di 19.989,90 kW.

Proponente: LUMINORA DERRICO S.r.l.

Progetto Definitivo

**RELAZIONE DI CALCOLO
PRELIMINARE SUGLI IMPIANTI**

SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE	3
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....	4
4.	MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE	6
4.1.	MISURE DI PROTEZIONE IMPIANTI MT E AT.....	7
4.1.1.	<i> Criteri di scelta e taratura delle protezioni MT.....</i>	7
4.1.2.	<i> Prescrizioni generali per la sicurezza degli impianti AT/MT</i>	7
4.2.	DIMENSIONAMENTO IN RELAZIONE ALLE TENSIONI E LIVELLI DI ISOLAMENTO	7
4.3.	DIMENSIONAMENTO IN RELAZIONE ALLE CORRENTI	7
4.4.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	8
4.5.	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO	8
4.6.	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	8
4.7.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	9
4.8.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	9
4.9.	SEZIONAMENTO DEI CIRCUITI	10
4.10.	INTERBLOCCHI DI SICUREZZA	11
5.	MISURE DI PROTEZIONE IMPIANTI BT	11
5.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	11
5.2.	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO	12
5.3.	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	12
5.4.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	13
5.5.	PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI	13
5.6.	PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI	15
6.	SEZIONAMENTO.....	15
7.	QUALITÀ DEI MATERIALI	16
8.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA	16
8.1.	CABINA DI CAMPO.....	16
8.2.	CABINA DI CONSEGNA MT.....	17
8.3.	STAZIONE ELETTRICA 30/150KV	17
8.4.	CAVI A 150 kV	17
9.	ILLUMINAZIONE ORDINARIA	18
10.	IMPIANTO ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	19
11.	TUBAZIONI	19
12.	CAVI ELETTRICI	19
13.	CONNESSIONI E DERIVAZIONI	22
14.	IMPIANTO DI TERRA	22

1. PREMESSA

Lo scopo del presente documento è definire tecnicamente l'impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso conversione fotovoltaica. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 19.989,90 KWp, da installarsi su terreno agricolo, sito in agro del Comune di Genzano di Lucania (PZ), in località "Cartella".

L'energia elettrica prodotta sarà immessa nella rete di trasmissione nazionale RTN con allaccio in Alta Tensione tramite collegamento in antenna sulla sezione a 150 kV denominata "Genzano", di proprietà di TERNA S.p.A..

Il Soggetto Responsabile, così come definito, ex art. 2, comma 1, lettera g, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i., è la Società "Luminora Derrico S.r.l." che dispone delle autorizzazioni all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

E' prevista la realizzazione delle seguenti opere:

1. Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare – fotovoltaica (le cui caratteristiche sono dettagliatamente descritte nell'elaborato tecnico dedicato);
2. Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT (cabine elettriche di campo complete di apparecchiature di protezione, sezionamento e controllo);
3. Trasformazione dell'energia elettrica MT/AT (cabina elettrica di trasformazione e consegna completa di apparecchiature di protezione, sezionamento e controllo);
4. Impianto di connessione alla rete AT di distribuzione nazionale;
5. Distribuzione elettrica BT (all'interno del campo fotovoltaico);
6. Distribuzione elettrica MT a 30kV;
7. Distribuzione AT a 150 kV (tra la Sottostazione Utente 30/150 kV e la stazione di trasformazione di TERNA)
8. Impianto elettrico al servizio delle cabine elettriche di campo e di consegna;
9. Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta;
10. Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
11. Impianti di servizio: illuminazione di sicurezza locali tecnici, realizzato con lampade autoalimentate;
12. Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione) e videosorveglianza (videocamere, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi);
13. Impianto di terra.
14. Esecuzione delle opere di murarie varie nelle cabine elettriche;
15. Scavi, interri e ripristini per la posa delle condutture e dei dispersori di terra (nel campo fotovoltaico e nelle cabine).

3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati nel rispetto delle disposizioni seguenti:

- D.P.R. 27.04.1955 n. 547 e successive modificazioni;
- D.P.R. 07.01.1956 n. 164 e successive modificazioni;
- D.P.R. 19.03.1956 n. 303 e successive modificazioni;
- Legge 07.12.1984 n. 818 e successive modificazioni;
- Legge 01.03.1990 n. 186;
- Legge 18.10.1977 n. 791;
- Legge 05.03.1990 n. 46 e successive integrazioni (sostituita dal DM NR 37 del 22-01-08);
- D.P.R. 06.12.1991 n. 447(sostituito dal DM NR 37 del 22-01-08);
- D.L. 19.09.1994 n. 626 e successive modificazioni;

e quanto altro possa comunque interessare.

Si richiamano le prescrizioni degli Enti Locali preposti ai controlli: USL, ISPESL, Aziende distributrici elettriche, del gas, etc.

Si sottolinea che dovranno essere osservate altresì le norme: CEI ,UNI e le tabelle CEI UNEL.

Relativamente alle norme CEI dovranno essere rispettate quelle in vigore all'atto esecutivo dei lavori con particolare riferimento, a titolo esemplificativo, e non esaustivo, alle Norme di seguito elencate:

- Criteri di allacciamento alla rete AT della distribuzione.
- ENEL DK 5310
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- CEI 11-15 Esecuzione di lavori sotto tensione.
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI EN60865-1 Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a B.T.
- CEI 11-35 Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente.
- CEI 11-37 Guida all'esecuzione degli impianti di terra negli stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria.
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V.
- CEI 17-4(CEI EN60129) Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V.
- CEI 17-6(CEI EN60298) Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV.
- CEI 17-9/1(CEI EN60265-1) Interruttori di manovra ed interruttori di manovrasezionatori per tensioni da 1kV a 52kV.
- CEI 17-9/2(CEI EN60265-2) Interruttori di manovra ed interruttori di manovrasezionatori per tensioni uguali o superiori a 52kV.

- CEI 17-21 (CEI EN60694) Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione-Prescrizioni comuni.
- CEI 17-46 (CEI EN60420) Interruttori di manovra ed interruttori-sezionatori con fusibili ad alta tensione per corrente alternata.
- CEI 17-68 (CEI EN50187) Apparecchiatura di manovra con involucro metallico con isolamento a gas per tensioni da 1kV a 52kV.
- IEC 99-4 Scaricatori di sovratensione per sistemi di II e III categoria.
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori di B.T.-Parti 1...7.
- CEI 17-13/1 (CEI EN60439-1) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per B.T. - Quadri elettrici AS ed ANS.
- CEI 20-13 Cavi isolati in gomma EPR con tensione non superiore a $U_0/U=0.6/1kV$.
- CEI 20-14 Cavi isolati in PVC con tensione non superiore a $U_0/U=0.6/1kV$.
- CEI 20-21 Calcolo della portata dei cavi elettrici.
- CEI 20-22 Prove dei cavi non propaganti l'incendio.
- CEI 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi di energia con tensione fino a $U_0/U=0.6/1kV$.
- CEI 20-37 Cavi elettrici-prove sui gas emessi durante la combustione.
- CEI UNEL 35024/1 Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico.
- CEI UNEL 35024/1EC Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico.
- CEI 23-28 Tubi per installazioni elettriche/tubi metallici.
- CEI 23-39(CEI EN50086-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/prescrizioni generali.
- CEI 23-54(CEI EN50086-2-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi rigidi.
- CEI 23-55(CEI EN50086-2-2) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi pieghevoli.
- CEI 23-56(CEI EN50086-2-3) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi flessibili.
- CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico.
- CEI 23-19 Sistemi di canali isolanti portacavi ad uso battiscopa.
- CEI 23-32 Sistemi di canali isolanti portacavi e porta apparecchi per utilizzo a soffitto o parete.
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici portacavi ed accessori.
- CEI 23-20/23-21/23-30/23-35/23-41 Dispositivi di connessione e morsetti.
- CEI 23-48(1998) Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o simile - Cassette.
- CEI 23-49 Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o simile – Quadri elettrici.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o simile.
- CEI 23-51V1 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o – simile.
- CEI 17-44 (CEI EN60947-1) Apparecchiature per B.T. - Regole generali.
- CEI 17-5 (CEI EN60947-2) Interruttori automatici per B.T.
- CEI EN60947-2 (Appendice B) Dispositivi differenziali indipendenti con toroide separato.
- CEI 17-11 (CEI EN60947-3) Interruttori di manovra e sezionatori con o senza fusibili per B.T.
- CEI 17-50 (CEI EN60947-4-1) Contattori ed avviatori elettromeccanici per B.T.
- CEI 17-45 (CEI EN60947-5-1) Dispositivi per circuiti di comando e manovra in B.T.
- CEI 17-47 (CEI EN60947-6-1) Apparecchiature di commutazione automatica in B.T.

- CEI 17-48 (CEI EN60947-7-1) Morsettiere per conduttori in B.T.
- CEI 17-41 (CEI EN61095) Contattori elettromeccanici per usi domestici o similari.
- CEI 41-1 Relè ausiliari elettromeccanici.
- CEI 23-3 (CEI EN60898) Interruttori automatici per usi domestici e similari.
- CEI 23-12 (CEI EN60309-1/2) Prese a spina per usi industriali.
- CEI 23-5 Prese a spina per usi domestici e similari.
- CEI 23-50 Prese a spina per usi domestici e similari.
- CEI 23-16 Prese a spina di tipo complementare per usi domestici e similari.
- CEI 23-9 (CEI EN60669-1) Apparecchi di comando non automatici per usi domestici e similari.
- CEI EN60669-2-1/2 Relè passo/passivo modulari.
- CEI 23-42 (CEI EN61008-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI 23-43 (CEI EN61008-2-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI 23-18 (CEI EN61009-2-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI 23-44 (CEI EN61009-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI EN61036 Contattori elettrici statici di energia attiva per corrente alternata.
- CEI EN61010-1 Strumenti di misura digitali.
- CEI EN60414/CEI EN60051 Strumenti di misura analogici.
- CEI 66-5/85-3/85-4/85-5/85-7 Strumenti di misura.
- CEI 38-1 (CEI EN60044-1) Trasformatori di corrente per misura.
- CEI 38-2 Trasformatori di tensione per misura.
- EN 60730-1/2 Termostati modulari.
- EN 61000-3-2 Interruttori crepuscolari modulari.
- CEI EN60730-1/2 Interruttori orari modulari.
- CEI 81-10 Protezione delle strutture contro i fulmini.
- CEI 37-1 Limitatori di sovratensione a resistori non lineari con spinterometri.
- CEI 37-2 Limitatori di sovratensione ad ossido di metallo senza spinterometri.
- IEC 60840 Cavi AT per posa interrata.

4. MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE

Gli impianti in oggetto saranno realizzati al fine di assicurare:

- la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti dal loro utilizzo nelle condizioni che possono ragionevolmente essere previste;
- il loro corretto funzionamento per l'uso previsto;

Per raggiungere tali obiettivi saranno adottate le seguenti misure di protezione.

4.1. MISURE DI PROTEZIONE IMPIANTI MT E AT

4.1.1. Criteri di scelta e taratura delle protezioni MT

Le protezioni MT sono state dimensionate, scelte e tarate secondo quanto dettato dalla guida CEI 11-35 e dalle specifiche CEI 0-16.

4.1.2. Prescrizioni generali per la sicurezza degli impianti AT/MT

Gli impianti ed i componenti elettrici devono essere in grado di resistere alle sollecitazioni elettriche, meccaniche, climatiche ed ambientali previste in sito.

4.2. DIMENSIONAMENTO IN RELAZIONE ALLE TENSIONI E LIVELLI DI ISOLAMENTO

Gli impianti ed i componenti elettrici devono essere in grado di sopportare le loro tensioni massime assegnate a frequenza industriale, così come le sovratensioni a frequenza industriale, le sovratensioni di manovra e le sovratensioni atmosferiche (norma CEI 11-1 art.2.1.3c). Devono essere adottate adeguate misure per evitare il contatto fra sistemi a diverse tensioni. Gli impianti devono essere realizzati per la frequenza nominale del sistema. Il livello di isolamento deve essere scelto in conformità alla tensione massima U_m stabilita per il componente elettrico e nel rispetto delle minime distanze di isolamento stabilite dalla normativa.

La tensione nominale è la tensione assegnata dal costruttore all'apparecchiatura; essa è indicata con il simbolo U_r nelle norme di prodotto e con U_n nella norma impianti (CEI 11-1 art.2.1.4 e art. 2.1.5).

La tensione massima U_m è il valore più elevato della tensione che si presenta in un istante e in un punto qualunque del sistema nelle condizioni ordinarie di funzionamento (CEI 28-5 art.3.9 e 3.10).

In relazione alla tensione nominale dell'apparecchiatura, sono stabilite nelle norme di prodotto:

- la tensione di tenuta a frequenza industriale $U_d \times 60\text{sec.}$;
- la tensione di tenuta ad impulso $U_p (1,2/50\mu\text{s})$.

L'insieme di queste due tensioni individua il "livello di isolamento dell'apparecchiatura" (norma CEI 17-21 art.4.2 e norma CEI 28-5 tab.1).

Per ogni valore della tensione nominale, la norma (CEI 11-1 art.4.3.1 tab.4.1 e norma CEI 17-21 tab.1A) indica le rispettive tensioni di tenuta a 50Hz ed impulso normalizzate, nonché le distanze minime di tenuta dielettrica.

I valori più elevati delle tensioni di tenuta e delle distanze minime riportati nelle tabelle della norma devono essere previsti negli impianti a neutro isolato o con $N_t=4$ fulmini/ $\text{km}^2 \times \text{anno}$.

4.3. DIMENSIONAMENTO IN RELAZIONE ALLE CORRENTI

La corrente (termica) nominale I_r è il valore efficace della corrente che l'apparecchiatura è in grado di condurre continuamente, nelle condizioni di impiego prescritte (CEI 17-21 art.4.4.1). La corrente

nominale di breve durata I_k è il valore efficace della corrente di cortocircuito che l'apparecchiatura è in grado di condurre per l'intervallo di tempo t_k (CEI 17-21 art.4.5).

La durata nominale di cortocircuito t_k è in genere 1 secondo (CEI 17-21 art.4.7). In ogni caso la durata t_k deve essere superiore al tempo di intervento delle protezioni.

La corrente nominale di picco I_p è il valore di cresta della prima semionda della corrente nominale di breve durata (CEI 17-21 art.4.6). Il valore di picco dipende dall'asimmetria della corrente di cortocircuito e dunque dal fattore di potenza di cortocircuito. Se non diversamente specificato $I_p=2,5I_k$ con $\cos\phi_{cc}=0,1$ (condizione peggiorativa).

4.4. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

La protezione dei componenti dagli effetti dannosi causati dalle sovracorrenti è garantita da dispositivi automatici in grado di interrompere le correnti di sovraccarico fino al cortocircuito.

I dispositivi previsti sono:

- interruttori di manovra sezionatori a norme CEI 17-1/17-4 azionati dall'intervento dei fusibili MT.
- interruttori automatici di MT a norme CEI 17-1 azionati dall'intervento di protezioni elettroniche indirette.
- interruttori automatici di MT a norme CEI 17-1 azionati dall'intervento di protezioni elettroniche ed elettromeccaniche dirette.
- interruttori di manovra sezionatori AT a norme CEI 17-1/17-4
- interruttori AT con protezione di massima corrente tripolare a due soglie, una di sovraccarico, una di cortocircuito, entrambe a tempo indipendente definito e protezione di minima e massima tensione.

4.5. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO

Ogni sistema deve essere realizzato in modo che le correnti in condizioni di esercizio normale non superino le correnti nominali delle apparecchiature o le correnti ammissibili dei componenti. Si deve tener conto anche di condizioni ambientali sfavorevoli, come una temperatura più elevata di quella specificata nelle norme corrispondenti.

4.6. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Gli impianti devono essere realizzati in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di cortocircuito.

Il quadro prefabbricato MT, in particolare, è consigliabile prevederlo del tipo "a prova d'arco interno", secondo la norma CEI 17-6 art.5.101.4 e art.5.104.

Nei quadri a prova d'arco interno i gas caldi in pressione dell'arco vengono convogliati all'esterno, mediante condotti di scarico, in zone non occupate da persone, mentre la struttura resiste alle sollecitazioni e alla sovrappressione prodotta dall'arco.

4.7. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Gli impianti devono essere costruiti in modo da evitare il contatto non intenzionale con parti attive od il raggiungimento di zone pericolose (zone di guardia) prossime alle parti attive. Si devono proteggere le parti attive, quelle con il solo isolamento funzionale, e le parti che possono essere considerate a potenziale pericoloso.

La protezione contro i contatti diretti consiste nell'impedire il contatto con le parti attive nude o di portarsi ad una distanza tale per cui possa avvenire una scarica.

A tal fine, sono state introdotte le distanze di guardia (dg), di vincolo orizzontale (dvo) e verticale (dvv) (CEI 11-1 art.2.5.5.- art.2.5.6). La distanza di vincolo rappresenta la distanza minima tra la parte in tensione e la superficie sulla quale un operatore al lavoro può stare in posizione eretta, con entrambi i piedi appoggiati.

Le parti attive poste ad una distanza dalla suddetta superficie inferiore alla distanza di vincolo devono essere protette con pareti o barriere metalliche con grado di protezione almeno IP1XB (il dito di prova penetra all'interno dell'involucro ma non raggiunge le parti attive). Le pareti e le barriere di protezione devono essere alte almeno 2m dal piano di calpestio.

La superficie interna della barriera deve trovarsi ad una distanza dalle parti attive (non schermate) almeno uguale a quella di guardia dg. Tale distanza può essere ridotta alla distanza minima d'isolamento se la barriera ha un grado di protezione almeno IP3X (CEI 111 art.6.2.1).

Le misure di protezione contro i contatti diretti su indicate devono essere applicate anche nei confronti dei componenti isolati ma senza schermo metallico collegato a terra, ad esempio le terminazioni del cavo, relativamente alla parte priva di schermo, e gli avvolgimenti in MT isolati in resina o nastrati dei trasformatori a secco.

E' opportuno che gli isolatori siano posizionati ad interdistanza massima di 120 cm, affinché la sbarra sopporti gli sforzi elettrodinamici della corrente di cortocircuito (CEI 11-1 art.3.1.4.1).

4.8. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione dai contatti indiretti deve essere attuata mediante la messa a terra delle masse metalliche dell'impianto ed il coordinamento della resistenza di terra con il valore delle correnti di guasto AT/MT (norma CEI 11-1 fig.9.1).

Gli impianti di terra devono essere progettati in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- avere sufficienti resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili sulla rete AT/MT;
- evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I parametri da prendere in considerazione nel dimensionamento degli impianti di terra sono quindi:

- valore della corrente di guasto a terra sulla rete AT/MT;
- valore della corrente di doppio guasto a terra sulla rete AT/MT;
- durata del guasto a terra;

- caratteristiche del terreno.

La tensione di contatto U_t (CEI 11-1 art.2.7.13.3) è la tensione a cui è soggetta la persona tra mano e piedi, in un contatto indiretto.

Convenzionalmente si assume una resistenza del corpo umano $R_b=1000$ Ohm.

La norma CEI 11-1 (fig.9.1) stabilisce il valore della tensione di contatto ammissibile U_{tp} in relazione al tempo di intervento delle protezioni t_f .

Un impianto di terra è ritenuto idoneo se la tensione di contatto non supera la U_{tp} e la tensione di passo non supera $3U_{tp}$.

Se la tensione totale di terra $U_E=R_e \times I_f$ è $U_E \leq U_{tp}$ l'impianto di terra garantisce senz'altro la sicurezza essendo $U_t \leq U_E$. In altre parole, è sufficiente che la resistenza di terra soddisfi la condizione:

$$R_E \leq U_{tp} / I_f.$$

Nei confronti di un guasto monofase a terra, oltre alla protezione omopolare 51N occorre anche una protezione direzionale di terra 67N (DK5600 art.6.2.2) se nell'impianto si verifica una delle condizioni seguenti:

- linee aeree MT di utente in conduttori nudi di qualunque lunghezza;
- trasformatori ubicati in più locali;
- i cavi MT di utente hanno una lunghezza complessiva ≥ 500 m.

Il dispersore deve avere le caratteristiche indicate nell'allegato A alla norma CEI 11-1 e deve essere realizzato con materiali e dimensioni tali da resistere alle sollecitazioni sopra menzionate.

Il dimensionamento dei conduttori di terra lato MT deve essere effettuato in base alla corrente di doppio guasto a terra lato MT verificando la condizione:

$$S_{ct} \geq \sqrt{I^2 t} / K$$

dove I è la corrente doppio guasto a terra lato MT, t è il tempo di intervento delle protezioni, $K=228$ per il rame nudo.

Il dimensionamento dei conduttori di protezione PE lato BT o si effettua rispettando la condizione della norma CEI 64-8 con sezione del conduttore pari alla metà della sezione di fase oppure verificando la condizione:

$$S_{pe} \geq \sqrt{I^2 t} / K$$

dove I è la corrente di guasto fase/PE lato BT, t è il tempo di intervento delle protezioni, $K=228$ per il rame nudo.

Tutte le masse e le masse estranee devono essere messe a terra mediante idonei conduttori di materiale e sezione tale da resistere alle sollecitazioni sopra menzionate.

4.9. SEZIONAMENTO DEI CIRCUITI

Devono essere previsti dispositivi per mezzo dei quali l'impianto completo o parti di esso possano essere sezionati in relazione alle esigenze di esercizio.

Ogni parte dell'impianto, che può essere sezionata dalle altre parti del sistema, deve essere realizzata in modo da poterne eseguire la messa a terra e in cortocircuito.

4.10. INTERBLOCCHI DI SICUREZZA

La protezione può essere attuata per mezzo di:

- interruttori di manovra al posto di sezionatori;
- sezionatori di terra con potere di stabilimento;
- dispositivi di interblocco;
- interblocchi con chiavi non intercambiabili.

Secondo la norma CEI 17-6 art.5.106 gli interblocchi possono avere due compiti:

- interdire l'accesso alle parti in tensione;
- impedire le manovre errate.

E' consigliato l'interblocco di accesso al box del trasformatore e, nel caso di trasformatori in parallelo, il trascinarsi di apertura fra interruttore primario MT e interruttore secondario BT.

5. MISURE DI PROTEZIONE IMPIANTI BT

5.1. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

La protezione dei conduttori dagli effetti dannosi causati dalle sovracorrenti è garantita da dispositivi automatici in grado di interrompere le correnti di sovraccarico fino al cortocircuito.

I dispositivi previsti sono:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente del tipo elettronico per taglie sopra i 160° a norme CEI 17-5;
- interruttori automatici scatolati provvisti di sganciatori di sovracorrente del tipo magnetotermico per taglie da 100A a 160A a norme CEI 17-5;
- interruttori automatici modulari provvisti di sganciatori di sovracorrente del tipo magnetotermico per taglie da 5A a 60A a norme CEI 17-5/23-3;
- interruttori modulari combinati con fusibili gL (CEI 32-1) per la protezione dei circuiti voltmetrici e dei circuiti di segnalazione sui quadri elettrici.

Le caratteristiche corrente/tempo di intervento dei dispositivi di protezione sono le seguenti:

- curve di intervento selezionabili per i dispositivi con sganciatori elettronici;
- curva di intervento "C" ($I_{magnetica} = 5 \div 10 \times I_{nominale}$) per i dispositivi con sganciatori magnetotermici utilizzati su circuiti derivati;
- curva di intervento "D" ($I_{magnetica} = 10 \div 15 \times I_{nominale}$) per i dispositivi con sganciatori magnetotermici utilizzati su circuiti primari di trasformatori;
- curva di intervento "B" ($I_{magnetica} = 3 \div 5 \times I_{nominale}$) per i dispositivi con sganciatori magnetotermici utilizzati su circuiti derivati da gruppi elettrogeni o gruppi soccorritori a batterie.
- Interruttori magnetotermici previsti con funzione "G" (guasto a terra) per interruttori di taglia superiore a 400A;
- Interruttori previsti con relè differenziale per interruttori di taglia inferiore a 400A.

5.2. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO

Utilizzando opportunamente dispositivi automatici a norme CEI 17-5/23-3, fusibili a norme CEI 32-1, risulta assicurata la condizione prescritta dalla norma CEI 64-8:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

dove:

- I_B = corrente di impiego del circuito
- I_z = portata in regime permanente della conduttura (sez. 523 CEI 64-8)
- I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni effettive.

La protezione dai sovraccarichi è svolta materialmente da:

- dispositivo a tempo dipendente selezionabile degli sganciatori elettronici;
- dispositivo a tempo dipendente termico degli sganciatori magnetotermici;
- elemento termico a fusione dei fusibili.

5.3. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Il potere di interruzione dei dispositivi scelti è superiore alla corrente di corto circuito presunta nei vari punti di installazione.

I dispositivi automatici a norme CEI 17-5/23-3 ed i fusibili a norme CEI 32-1 sono stati scelti in modo tale da assicurare la condizione:

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

dove:

- t = durata in secondi
- S = sezione in mmq.
- I = corrente effettiva di corto circuito in Ampere, espressa in valore efficace
- K = 115 per i conduttori in rame isolati in PVC
135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o butilica
136 per i conduttori in rame isolati con gomma EPR o XPRE

In ogni caso la max energia sopportata dai cavi $K^2 \cdot S^2$ è superiore al valore di energia specifica $I^2 \cdot t$ indicata dal costruttore come quella lasciata passare dal dispositivo di protezione.

I dispositivi di protezione previsti sono in grado di assolvere sia la protezione da sovraccarico sia la protezione da corto circuito in quanto rispettano le due condizioni dettate dalla norma CEI 64-8 sez. 435-1 e precisamente:

- protezione assicurata contro i sovraccarichi;
- potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di corto circuito presunta.

La protezione specifica dai cortocircuiti è svolta da:

- dispositivo a tempo indipendente selezionabile degli sganciatori elettronici;

- dispositivo a tempo indipendente elettromagnetico degli sganciatori magnetotermici;
- elemento termico a fusione dei fusibili.

5.4. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione dai contatti diretti è garantita dalle misure richieste nella norma CEI 64-8 sez. 412, e precisamente:

- isolamento delle parti attive proporzionato alla tensione di esercizio del sistema e tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto;
- isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica conforme alle relative norme;
- parti attive poste entro involucri con grado minimo di protezione IP2X o IPXXB;
- superfici superiori degli involucri a portata di mano con grado minimo di protezione IP4X o IPXXD;
- apertura degli involucri possibile solo con uso di una chiave o attrezzo;
- utilizzo di interruttori blocco porta che permettano l'apertura della porta dopo aver disattivato le parti elettriche e la riattivazione delle stesse solo a porta chiusa.

Gli involucri di apparecchiature costruite in fabbrica devono essere conformi alle relative norme. In generale gli involucri devono essere saldamente fissati, resistenti alle sollecitazioni previste e se metallici garantire le distanze d'isolamento.

I sistemi di sicurezza previsti si possono così riassumere:

- utilizzo di involucri per apparecchiature e quadri elettrici con grado minimo di protezione IP40;
- utilizzo di pannelli a vite e porte sottochiave per i quadri elettrici;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_0/U = 450/750V$ per posa in tubazioni isolanti o metalliche collegate al PE;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_0/U = 450/750V$ per posa in canalizzazioni isolanti o metalliche collegate al PE;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_0/U = 450/750V$ per posa in quadri elettrici a norme CEI;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_0/U = 600/1000V$ in canalizzazioni isolanti o metalliche;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_0/U = 600/1000V$ per posa interrata od in vista;
- utilizzo di morsetti isolati con $V_i = 500V$ e grado di protezione IP20 in quadri elettrici e cassette di derivazione;
- utilizzo di cassette isolanti per derivazione con coperchio a vite e grado minimo di protezione IP40;
- utilizzo di cassette metalliche per derivazione con coperchio a vite, grado minimo di protezione IP40 e collegate al PE;
- utilizzo di apparecchiature isolate $V_i = 500V$ e grado di protezione IP20 in quadri elettrici;
- utilizzo di componenti isolati $V_i = 500V$ e grado di protezione IP40.

5.5. PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI

Le misure di protezione adottate contro i contatti indiretti sono quelle previste dalla norma CEI 64-8 per i vari sistemi di stato del neutro.

Sistema TN-S

Nei sistemi TN-S tutte le masse dell'impianto saranno collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione in corrispondenza od in prossimità del trasformatore. Il punto di messa a terra del sistema di alimentazione nel nostro caso è il punto neutro.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono tali che, in caso di guasto l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro i tempi stabiliti dalle norme soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

dove:

- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito dalle norme (nel caso di interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale I_{dn}) in funzione della tensione nominale U_0 ;

- U_0 è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra:

- per $U_0=230V$ intervento entro $t=0,4sec.$

- per $U_0=400V$ intervento entro $t=0,2sec.$

Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 secondi sono ammessi per i circuiti di distribuzione.

Prescrizioni Comuni

Saranno collegate al circuito generale di terra tutte le masse metalliche degli utilizzatori e tutte le masse attualmente non identificabili ma comunque da collegare a terra in quanto soggette ad andare, a causa di un guasto, sottotensione (ad esempio passerelle metalliche a pavimento impiegate per la posa dei cavi).

Il fissaggio del conduttore di terra alle suddette masse metalliche, sarà realizzato a mezzo di collari fissa tubo, con morsetti, capicorda ad occhiello o viti autofilettanti da fissare sulla massa metallica in modo tale da impedirne l'allentamento.

Le giunzioni tra i vari elementi di protezione, se necessarie, saranno realizzate con idonei morsetti (ad esempio morsetti a mantello) o con saldatura forte in alluminotermica e saranno ridotte al minimo indispensabile.

Tutte le linee in origine dai quadri elettrici saranno dotate di un proprio conduttore di terra facente capo ad un equipotenziale previsto all'interno del quadro stesso.

Per ragioni di selettività si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (vedere norma CEI 23-42, 23-44 e 17-5V1) in serie con dispositivi differenziali istantanei solo nei circuiti di distribuzione principali.

I differenziali a ritardo regolabile sono utilizzabili sui circuiti di distribuzione principale ed in presenza di personale addestrato (non sono ammessi negli impianti per uso domestico e similare). In ogni caso il massimo ritardo ammesso nei sistemi TT è di 1s.

5.6. PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI

I componenti elettrici non devono costituire pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti e quindi devono essere conformi alle relative norme costruttive o, dove mancanti alla sezione 422 della norma CEI 64-8.

I pericoli che derivano dalla propagazione di un eventuale incendio devono essere limitati mediante la realizzazione di barriere tagliafiamma REI 120 sulle condutture che attraversano solai o pareti di delimitazione dei compartimenti antincendio.

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano non devono raggiungere temperature tali che possano causare ustioni alle persone oppure essere protette in modo da evitare il contatto accidentale come indicato alla sezione 423 della norma CEI 64-8.

Gli involucri, quadri o cassette contenenti componenti elettrici devono garantire la dissipazione del calore prodotto al fine di limitare le temperature al livello ammesso per il buon funzionamento. In alternativa è ammesso l'utilizzo di aspiratori o ventilatori comandati da termostato. I sistemi di riscaldamento ad aria forzata devono essere dotati di dispositivi di limitazione della temperatura come descritto alla sezione 424 della norma CEI 64-8. Gli apparecchi utilizzatori che producono acqua calda o vapore devono essere protetti contro i surriscaldamenti in tutte le condizioni di servizio come descritto alla sezione 424 della norma CEI 64-8.

6. SEZIONAMENTO

Sul lato Alta Tensione, l'impianto sarà sezionabile in più punti mediante dispositivi onnipolari costituiti dagli stessi interruttori utilizzati per il comando e la protezione delle linee. In particolare, sul lato utente della Cabina di Trasformazione e Consegna, abbiamo un interruttore tripolare 150kV in corrispondenza del trasformatore, mentre sulla sbarre 150 kV abbiamo il sezionatore tripolare verticale e l'interruttore tripolare.

Sul lato Media Tensione, l'impianto sarà sezionabile in più punti mediante dispositivi onnipolari costituiti dagli stessi interruttori utilizzati per il comando e la protezione delle linee (Cabina di consegna, ingresso Quadro MT di Cabina, partenze per l'alimentazione MT dei trasformatori).

Per il sezionamento dell'impianto di distribuzione in BT potranno essere impiegati tutti i dispositivi onnipolari di protezione e comando posti nei vari quadri elettrici a partire dagli interruttori generali BT di Cabina (posti a valle dell'uscita secondaria dei trasformatori) per arrivare infine a tutti gli interruttori generali di quadro o agli interruttori divisionali per l'alimentazione dei circuiti terminali destinati alle varie utenze. Sul lato cc l'impianto sarà sezionabile in più punti mediante dispositivi onnipolari, installati sul quadro di campo, costituiti dagli stessi interruttori utilizzati per il comando e la protezione dai circuiti.

7. QUALITÀ DEI MATERIALI

Gli impianti in oggetto sono stati progettati con riferimento a materiali/componenti di Fornitori primari, dotati di Marchio di Qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore attestanti la costruzione a regola d'arte secondo la Normativa tecnica e la Legislazione vigente.

Tutti i materiali / componenti rientranti nel campo di applicazione delle Direttive 73/23/CEE ("Bassa Tensione") e 89/336/CEE ("Compatibilità Elettromagnetica") e successive modifiche/aggiornamenti saranno conformi ai requisiti essenziali in esse contenute e saranno contrassegnati dalla marcatura CE. Tutti i materiali/componenti presenteranno caratteristiche idonee alle condizioni ambientali e lavorative dei luoghi in cui risulteranno installati.

8. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Il generatore fotovoltaico sarà composto da 33.056 moduli fotovoltaici da 605 Wp, per una potenza nominale complessiva totale di 19.998,88 kWp. I moduli saranno installati su apposite strutture di supporto monoassiali orizzontali per permettere l'inseguimento del sole giornaliero est-ovest.

La corrente alternata in uscita confluirà nel locale di trasformazione BT/MT per la trasformazione a 30kV.

L'energia elettrica a 30 kV in uscita dalle cabine di campo confluirà in un'unica cabina di consegna in cui sarà realizzato il quadro di parallelo MT a 30 kV. Da qui la corrente sarà convogliata mediante un cavidotto a 30kV nel vano MT della Sottostazione Utente di trasformazione 30/150 kV, mediante collegamento in barratura rigida, l'energia elettrica verrà consegnata sulla sezione a 150 kV della Stazione denominata "Genzano" di Terna SpA, in accordo con la soluzione tecnica proposta da Terna.

Atteso che per la descrizione del generatore fotovoltaico e dell'inverter (ivi compreso il trasformatore) si rimanda alla relazione specifica (Elab. A.5), i prossimi paragrafi saranno dedicati alla descrizione:

1. Cabina di campo BT/MT;
2. Cabina di raccolta MT;
3. Sottostazione Utente 30/150 kV;
4. Cavo a 150 kV.

8.1. CABINA DI CAMPO

L'energia proveniente dal generatore fotovoltaico viene inizialmente convogliata nelle cabine di campo, sono previste 10 cabine di campo con trasformatore 0.8/30 kV e potenza di 2400 kVA.

Sarà prevista l'installazione di nr 114 inverter c.c./c.a. della ABB, modello PVS -175-TL di tipo trifase con tensione di 800V sul lato c.a.. Ogni inverter sarà dotato di un dispositivo di controllo dell'isolamento lato c.c. e sarà protetto da un interruttore magnetotermico sul lato c.a. con corrente

nominale pari a 150A. I dispositivi sono montati in contenitori protetti e ventilati in poliestere classe II a norme CEI 17-13/1.

Per ciascuna delle 10 cabine di campo è prevista l'installazione di un trasformatore in resina BT/MT (0,8/30kV) della potenza di 2400kVA a singolo secondario, con tensione di 800V al secondario ed una tensione al primario di 30kV.

Per la protezione delle linee MT in arrivo ed in partenza dalle cabine di campo è previsto l'utilizzo di interruttori-sezionatori MT di opportuna taglia per la protezione di massima corrente.

8.2. CABINA DI CONSEGNA MT

L'energia proveniente dalle 10 cabine di campo viene convogliata mediante cavidotti a 30kV nella cabina di consegna MT, e da qui trasmessa alla stazione di trasformazione 30/150kV. Il quadro MT a 30kV sarà di tipo prefabbricato realizzato come da schema di progetto a norma CEI 17-6 completo di certificazioni di collaudo e dichiarazioni di conformità e sarà completato dalle celle dove sono montate le apparecchiature di protezione, comando e misura a servizio dell'impianto.

Il cavidotto a 30kV di collegamento con la stazione di trasformazione 30/150kV sarà protetto da un interruttore MT (protezioni 50 – 51 e 51N), oltre che dalla protezione direzionale di terra (67N).

8.3. STAZIONE ELETTRICA 30/150KV

E' prevista la realizzazione di una stazione di trasformazione 150/30 kV, che raccolga la produzione del campo fotovoltaico alla tensione di 30kV per immetterla con collegamento in antenna, alla stazione di trasformazione denominata "Genzano" di Terna SpA.

Essa sarà equipaggiata con n° 1 trasformatore 150/30 kV della potenza di 24MVA (in accordo con la A68 Terna).

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche tecniche e descrittive si rimanda alla visione degli specifici elaborati grafici e descrittivi (Elab. A.7.3 - A.12.b.5.1 - a.12.b.5.2 - a.12.b.5.3 - a.12.b.5.4 - a.12.b.5.5).

8.4. CAVI A 150 kV

Sarà impiegata una terna di cavi disposta in piano, di sezione pari a 1200 mm² per il collegamento tra la sottostazione 150/30 kV e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Genzano".

Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di rame, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U = 87/150$ kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a “trifoglio”, ad una profondità 1,5 m (quota piano di posa) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti sempre di sabbia per uno strato di 70 cm, sopra il quale sarà posata una lastra in cemento armato avente funzione di protezione meccanica dei cavi. Con funzione di segnalazione, poco sopra la lastra sarà posata una rete rossa in PVC tipo Tenax e, a circa 50 cm di profondità, un nastro di segnalazione in PVC, riportante la dicitura “ELETTRODOTTO A.T. 150.000 V”. All’interno della trincea è prevista l’installazione di n°1 tubo PEHD Ø 50 mm entro il quale sarà eventualmente posato n°1 cavo Fibra Ottica, oltre a un cavo unipolare in rame con guaina in PVC a protezione del cavo AT.

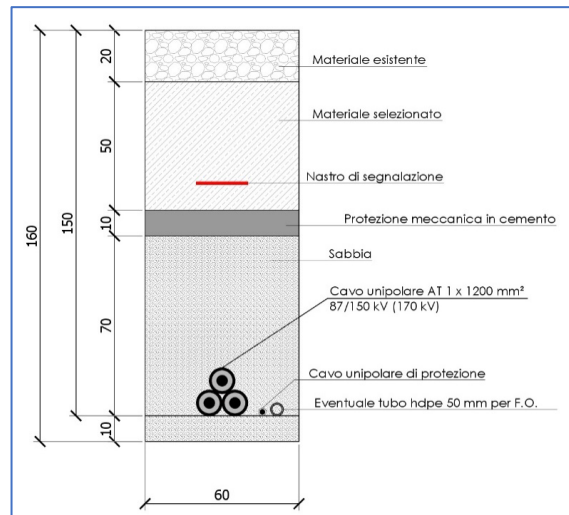


Figura 1 - Tipologico scavo per cavo AT

I relativi valori di corrente risultano, quindi, molto sovradimensionati rispetto ai valori di corrente generati dalla presenza del solo impianto fotovoltaico, per tenere in considerazione eventuali ampliamenti futuri e la connessione di ulteriori produttori alla stessa sottostazione 150/30 kV.

9. ILLUMINAZIONE ORDINARIA

L’illuminazione ordinaria artificiale dei vari ambienti e l’illuminazione perimetrale esterna sarà realizzata impiegando corpi illuminanti ad alta efficienza idonee al conseguimento del risparmio energetico.

L’illuminazione artificiale sarà realizzata in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10380. Le tipologie degli apparecchi che verranno impiegati per l’illuminazione ordinaria dell’edificio vengono qui di seguito elencate suddividendole in base ai diversi ambienti di installazione.

10. IMPIANTO ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di sicurezza sarà garantita da apparecchi autoalimentati. L'impianto di sicurezza sarà indipendente da qualsiasi altro impianto elettrico dell'edificio. I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti saranno installati in modo da evitare che una sovracorrente in un circuito comprometta il corretto funzionamento degli altri circuiti di sicurezza. Tutti i corpi illuminanti impiegati presenteranno grado di protezione IP65 e saranno realizzati in materiale isolante in esecuzione a doppio isolamento.

L'autonomia minima di funzionamento dell'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà essere di un'ora.

11. TUBAZIONI

La posa dei cavi elettrici costituenti gli impianti in oggetto è stata prevista in canalizzazioni distinte o comunque dotate di setti separatori interni per quanto riguarda le seguenti tipologie di circuiti:

- energia elettrica;
- segnalazione e speciali.

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi delle canalizzazioni sono riportati negli schemi planimetrici di progetto.

Le tubazioni impiegate per realizzare gli impianti saranno dei seguenti tipi:

- tubo flessibile in PVC autoestinguente, serie pesante, con Marchio di Qualità, conforme alle Norme EN 50086, con colorazione differenziata in base all'impiego, posato entro cavedio/parete prefabbricata o incassato a parete/pavimento
- tubo flessibile corrugato a doppia parete in polietilene alta densità, o tubo rigido in PVC serie pesante, conforme alle norme EN50086 per posa interrata 450N; caratteristiche dello scavo e la profondità di interramento sono dettagliatamente riportate negli elaborati grafici di progetto.

Il diametro interno dei tubi sarà maggiore o al limite uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, in ogni caso non inferiore a 16 mm. I cavi avranno la possibilità di essere infilati e sfilati dalle tubazioni con facilità; nei punti di derivazione dove risulti problematico l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in PVC a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio fissato mediante viti filettate.

12. CAVI ELETTRICI

Negli impianti saranno impiegate le seguenti tipologie di cavi in funzione delle condizioni di posa:

- cavo multipolare/unipolare in rame isolato in gomma etilenpropilenica qualità G7 sotto guaina di PVC, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme

CEI 20-22 II e 20-13, da posare prevalentemente in tubazioni interrato o entro canalizzazioni metalliche;

– cavo unipolare in rame isolato in PVC, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme CEI 20-22 II e 20-20, da posare in tubazioni isolanti incassate o in vista;

– cavo unipolare precordato in rame isolato in gomma etilenpropilenica qualità G7, sotto guaina in PVC, con semiconduttore elastomerico estruso schermatura a filo di rame rosso tipo, conforme alle Norme CEI 20-13, da posare in tubazioni interrato per alimentazione MT.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 4%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8. La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale che si prevede di installare. Nei circuiti trifase i conduttori di neutro potranno avere sezione inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, con il minimo di 16 mm, purché il carico sia sostanzialmente equilibrato ed il conduttore di neutro sia protetto per un cortocircuito in fondo alla linea; in tutti gli altri casi al conduttore di neutro verrà data la stessa sezione dei conduttori di fase.

La sezione del conduttore di protezione non sarà inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

– S_p = sezione del conduttore di protezione (mm^2);

– I = valore efficace della corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa (A);

– T = tempo di interruzione del dispositivo di protezione (s);

– K = fattore il cui valore per i casi più comuni è dato nelle tabelle VI, VII, VIII e IX delle norme C.E.I. 64-8 e che per gli altri casi può essere calcolato come indicato nell'Appendice H delle stesse norme.

La sezione dei conduttori di protezione può essere anche determinata facendo riferimento alla seguente tabella: in questo caso non è in generale necessaria la verifica attraverso l'applicazione della formula precedente. Se dall'applicazione della tabella risultasse una sezione non unificata, sarà adottata la sezione unificata immediatamente superiore al valore calcolato. Quando un unico conduttore di protezione deve servire più circuiti utilizzatori, la tabella si applica con riferimento al conduttore di fase di sezione più elevata:

$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

dove:

- S = sezione dei conduttori di fase dell'impianto (mm²);
- Sp = sezione minima del corrispondente conduttore di protezione (mm²).

I valori della tabella sono validi soltanto se il conduttore di protezione è costituito dello stesso materiale del conduttore di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione sarà determinata in modo da avere conduttanza equivalente. Se i conduttori di protezione non fanno parte della stessa condotta dei conduttori di fase la loro sezione non sarà inferiore a 6 mm. Quando un unico conduttore di protezione deve servire più circuiti utilizzatori sarà dimensionato in relazione alla sezione del conduttore di fase di sezione più elevata. I cavi unipolari e le anime dei cavi multipolari saranno contraddistinti mediante le seguenti colorazioni:

- nero, grigio e marrone (conduttori di fase);
- blu chiaro (conduttore di neutro);
- bicolore giallo-verde (conduttori di terra, di protezione o equipotenziali).

La rilevazione delle sovracorrenti è stata prevista per tutti i conduttori di fase. In ogni caso il conduttore di neutro non verrà mai interrotto prima del conduttore di fase o richiuso dopo la chiusura dello stesso. Nella scelta e nella installazione dei cavi si è tenuto presente quanto segue:

- per i circuiti a tensione nominale non superiore a 230/400 V i cavi avranno tensione nominale non inferiore a 450/750 V;
- per i circuiti di segnalazione e di comando è ammesso l'impiego di cavi con tensione nominale non inferiore a 300/500 V, qualora posti in canalizzazioni distinte dai circuiti con tensioni superiori.

Le condutture non saranno causa di innesco o di propagazione d'incendio: saranno usati cavi, tubi protettivi e canali aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma nelle condizioni di posa. Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi infilati nella stessa canalizzazione, cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle tesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii.

I cavi che seguono lo stesso percorso ed in special modo quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno chiaramente contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità. Il collegamento dei cavi in partenza dai quadri e le derivazioni degli stessi cavi all'interno delle cassette di derivazione saranno effettuate mediante appositi morsetti. I cavi non trasmetteranno nessuna sollecitazione meccanica ai morsetti delle cassette, delle scatole, delle prese a spina, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori. I terminali dei cavi da inserire nei morsetti e nelle apparecchiature in genere, saranno muniti di capicorda oppure saranno stagnati. I cavi saranno sempre protetti contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad un'altezza di 2,5 m dal pavimento.

13. CONNESSIONI E DERIVAZIONI

Tutte le derivazioni e le giunzioni dei cavi saranno effettuate entro apposite cassette di derivazione di caratteristiche congruenti al tipo di canalizzazione impiegata. Negli impianti saranno pertanto utilizzate:

- cassette da incasso in materiale isolante autoestinguente (resistente fino 650° alla prova a filo incandescente CEI 23-19), con Marchio di Qualità, in esecuzione IP40, posate ad incasso nelle pareti;
- cassette da esterno in pressofusione di alluminio, con Marchio di Qualità, in esecuzione IP55, posate in vista a parete/soffitto.

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati a 500 V.

Per quanto riguarda lo smistamento e l'ispezionabilità delle tubazioni interrate verranno impiegati pozzetti prefabbricati in cemento vibrato o (in casi particolari) in muratura di mattoni pieni o in cemento armato. I chiusini saranno carrabili (ove previsto) costituiti dai seguenti materiali:

- cemento, per aree verdi o comunque non soggette a traffico veicolare;
- ghisa classe D400, per carreggiate stradali;

I pozzetti saranno installati in corrispondenza di ogni punto di deviazione delle tubazioni rispetto all'andamento rettilineo, in ogni punto di incrocio o di derivazione di altra tubazione e comunque ad una interdistanza non superiore a 25 m.

14. IMPIANTO DI TERRA

Il dispersore di terra (di valore inferiore a 10 Ω) sarà unico e costituito da una corda in rame nudo da 50 mm², interrata a circa 0,5 m di profondità integrata da picchetti infissi nel terreno entro pozzetti ispezionabili. Fanno parte integrante del sistema di dispersione le reti in acciaio annegate nel pavimento del locale trasformazione elettrica per rendere detto locale equipotenziale. Per la cabina di trasformazione e consegna e per la cabina di connessione saranno realizzate maglie di terra di dimensioni 6x6 m circa con corda di rame nuda interrata della sezione di almeno 50 mmq. Saranno direttamente collegati a questa maglia i sostegni metallici delle apparecchiature AT. Il locale trasformazione sarà dotata di un proprio collettore di terra principale, costituito da una barratura in rame fissata a parete, a cui faranno capo i seguenti conduttori:

- il conduttore di terra proveniente dal dispersore;
- il conduttore di terra proveniente dei ferri di armatura;
- il centro-stella (neutri) del trasformatore;
- il P.E. destinato al collegamento della carcassa del trasformatore;
- il nodo di terra del Quadro Generale BT.

Dal nodo di terra posto in corrispondenza del Quadro Generale BT di Cabina saranno poi derivati tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali destinati al collegamento dei quadri di

distribuzione e quindi di tutte le masse estranee dell'impianto. Ad ogni quadro elettrico sarà associato un nodo di terra costituito da una barra in rame. L'impianto di terra risulterà realizzato in conformità al Cap. 54 delle Norme CEI 64-8/5 e ad esso saranno collegate:

- le masse metalliche di tutte le apparecchiature elettriche;
- le masse metalliche estranee accessibili (tubazioni dell'acqua, del riscaldamento, del gas, ecc.);
- i poli di terra delle prese a spina.

Tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali presenti nell'impianto saranno identificati con guaina isolante di colore giallo-verde e saranno in parte contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno delle dorsali comuni a più circuiti.

Per dimensionare il suddetto impianto di terra sarà necessario richiedere il valore della corrente di guasto monofase a terra ed il tempo di eliminazione del guasto. Tali valori vengono forniti all'ENEL dal GRTN sede territoriale competente. Ai sensi dell'articolo 2 del DPR 22 ottobre 2001 n. 462, prima dell'entrata in servizio dell'impianto, sarà effettuata da parte di un tecnico abilitato la verifica dell'impianto di terra.