

comune di Casarsa della Delizia
foglio 3 mappale 317

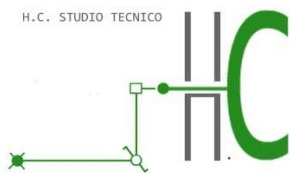
COMMITTENTE
CITTÀ DI CASARSA DELLA DELIZIA
regione autonoma Friuli Venezia Giulia

PROGETTO ESECUTIVO

06.1 RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI

PROFESSIONISTA INCARICATO
dott.arch. Francesco Casola

PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI
per.ind. Dennis Rinaldi



STUDIO TECNICO

Per. Ind. Dennis Rinaldi

33030 Talmassons (UD)-Via G.Bini n°9 Tel. 347-5554060 P.IVA 02581510308-C.F. RNLDNS84H18I403U

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

PROVINCIA DI PORDENONE

COMUNE DI CASARSA DELLA DELIZIA

Oggetto:

**PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI ELETTRICI E
FOTOVOLTAICO DI UNO STABILE DI NUOVA COSTRUZIONE
CON DESTINAZIONE D'USO "CENTRO DI RIUSO"**

Il Committente		Il progettista	
COMUNE DI CASARSA DELLA DELIZIA			
Rev.	Redatto	Approvato	Data
0	Per.Ind. Dennis Rinaldi	Per.Ind. Dennis Rinaldi	Febbraio 2018

PROFESSIONISTI INCARICATI:

tabula architetti associati
dott. arch. Francesco Casola
dott. arch. Erica Gaiatto

via manfrin 10/b
33078 san vito al tagliamento
pordenone

p.iva e c.f. 01513590933
e-mail tabularch@gmail.com

Titolo:

RELAZIONE TECNICA

SOMMARIO

1 – Individuazione dell'intervento	pag. 5
1.1 Sito di installazione	pag. 6
1.2 Dati generali di progetto	pag. 6
1.3 Descrizione e destinazione d'uso dei locali	pag. 7
1.4 Fattori di contemporaneità e di utilizzo e carichi convenzionali	pag. 10
2 – Relazione tecnica generale	pag.11
2.1 Conformità alle norme	pag. 11
2.2 Gruppi di misura	pag. 11
2.3 Tubi protettivi e canali	pag. 12
2.4 Posa delle condutture	pag. 12
2.5 Cassette di derivazione e giunzione	pag. 15
2.6 Interruttori automatici, differenziale e quadri elettrici	pag. 16
2.7 Tipi di cavi per energia	pag. 17
2.8 Circuiti di comando e segnalazione	pag. 18
2.9 Sezione dei cavi e relative protezioni	pag. 19
2.10 Colonne montanti	pag. 21
2.11 Dimensionamento dei cavi elettrici	pag. 22
2.12 Protezione dei circuiti	pag. 22
2.13 Verifiche della cadute di tensione	pag. 23

2.14 Determinazione della corrente di corto circuito	pag. 23
2.15 Apparecchi di comando	pag. 24
2.16 Altezze d'installazione	pag. 25
2.17 Bagni e docce	pag. 25
2.18 Impianti all'esterno	pag. 28
2.19 Sovratensioni	pag. 29
2.20 Impianto telefonico	pag. 29
2.21 Impianto di messa a terra	pag. 29
2.22 Documentazione e verifiche dell'impianto di messa a terra	pag. 35
2.23 Definizione dei termini (da Norma CEI 64-8)	pag. 38
2.24 Verifiche sull'impianto elettrico realizzato	pag. 40
2.25 Prescrizioni, garanzie ed obblighi per la realizzazione dei lavori.	pag. 41
2.26 Impianto Fotovoltaico 12,00 kWp	pag. 42

3 – Norme tecniche di riferimento generali **pag. 56**

1 – INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione tecnica definisce le modalità di progettazione e realizzazione degli impianti elettrici di un edificio di nuova costruzione con destinazione d'uso Centro di Riuso.

Le soluzioni progettuali e realizzative suggerite sono conformi alle norme CEI ma si ricorda che l'installatore dovrà altresì applicare, nel caso specifico, la diligenza necessaria e la perizia nella valutazione delle particolari circostanze proprie dell'impianto.

I materiali, le tecnologie e le modalità impiantistiche sono state scelte in base a considerazioni di buona tecnica e di osservanza delle Norme Vigenti e Cogenti.

I disegni di progetto comprendono gli schemi dei quadri elettrici e le planimetrie integrate con gli schemi elettrici suddivisi per i vari locali.

Esse sono complete di tutte le annotazioni necessarie all'individuazione dei componenti elettrici dell'impianto.

L'impianto è stato progettato tenendo conto delle esigenze specifiche della Committenza.

COMMITTENTI:

Committenti:	COMUNE DI CASARSA DELLA DELIZIA
---------------------	--

1.1 - SITO DI INSTALLAZIONE

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Casarsa della Delizia (PN)
Temperatura esterna media:	da -5°C a 35 °C
Atmosfera con fumi provenienti da scarichi di città	
Fonte dati climatici:	ENEA

1.2 - DATI GENERALI DI PROGETTO

Tensione di alimentazione:	3P+N 400 V
Potenza contrattuale ENEL da stipulare:	15,00 kW
Frequenza:	50 Hz
Corrente di corto circuito al punto di consegna:	10,00 kA
Corrente di corto circuito nel quadro elettrico generale:	6,00 kA
Sistema di collegamento a terra:	TT
Caduta di tensione massima ammessa colonna montante:	1,5 %
Caduta di tensione massima ammessa distribuzione appartamento	2,5 %
Fattore di potenza ($\cos\phi$):	0,95

1.3 – DESCRIZIONE E DESTINAZIONE D'USO DEI LOCALI

La linea di alimentazione verrà realizzata in cavo FG16OR16 con sezione 4x16 mmq. entro apposita tubazione in flessibile interrata fino al quadro elettrico generale.

Composizione dei locali

- Portico;
- Deposito-locale tecnico;
- Accettazione;
- Servizi;
- Area Esposizione;
- Magazzino uno;
- Magazzino due;
- Portico (area operativa).

DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI

I locali saranno dotati di appositi quadri elettrici ai quali faranno capo i circuiti sopra descritti.

In linea generale gli impianti saranno composti nella maniera seguente:

- Impianto di messa a terra costituito da anello esterno ed elementi disperdenti;
- Quadro protezione linea montante;
- Linea di alimentazione generale;
- Quadro Elettrico Generale Centro di Riuso;
- Distribuzione interna in tubazione Rk a vista e flex da incasso compreso scatole di derivazione;
- Punti luce a parete e/o da soffitto da interno o da esterno comandati da interruttori, pulsanti, deviatori e invertitori;
- Punti luce di sicurezza;
- Prese 2P+T 10/16 A 230V da incasso o da esterno;
- Prese 2P+T 16 A Universali da incasso o da esterno;
- Prese CEE 2P+T 16 A e 3P+TN 16 A;
- Punti alimentazione e gestione impianti meccanici;
- Tubazioni e scatole di derivazione di predisposizione illuminazione esterna;
- Tubazioni e scatole di derivazione predisposizione TVCC;
- Tubazioni e scatole di derivazione impianto di allarme;
- Impianto fotovoltaico con potenza 12,00 kWp.

La distribuzione principale all'interno sarà realizzata tramite montanti indicate nelle tavole grafiche.

Verranno previste apposite cassette di derivazione a seconda delle effettive necessità.

Dal Quadro Elettrico Generale aranno distribuiti circuiti separati per illuminazione e prese di energia.

Gli impianti elettrici realizzati dovranno garantire:

- Condizioni di sicurezza;
- Disponibilità di servizio;
- Predisposizioni per futuri ampliamenti;
- Facilità di esecuzione delle manutenzioni.

Verranno prese tutte le precauzioni necessarie al fine di evitare tutti i possibili contatti accidentali diretti o indiretti tramite l'impiego di involucri o barriere in modo da garantire un grado minimo di protezione stabilito in IP40.

Tutti i circuiti saranno protetti con degli interruttori automatici magnetotermici per l'interruzione automatica della linea in caso di guasto e/o necessità.

A protezione dell'intero impianto verranno inseriti interruttori differenziali ad alta sensibilità.

Il conduttore di protezione verrà collegato all'impianto di terra che risulterà coordinato con i suddetti dispositivi di protezione.

Nel caso di futuri ampliamenti verrà valutata l'opzione di un aumento di potenza contrattuale oltre l'esistente, in ogni caso le sezioni dei conduttori di montante sono già dimensionate per tale eventualità.

Gli impianti dovranno essere sottoposti a regolare manutenzione al fine di garantire un corretto funzionamento e durata nel tempo, nonché a verificare l'affidabilità dei componenti elettrici e dei dispositivi di protezione e sezionamento.

1.4 - FATTORI DI CONTEMPORANEITA' E DI UTILIZZO E CARICHI CONVENZIONALI

Per impianti di illuminazione coefficiente: 1

Per impianti prese F.M.: 0,5

Illuminazione

Punti luce: potenza installata per un coefficiente di 0,9

Prese a spina fino a 10 A: potenza presunta per ogni carico 500W per un coefficiente di 0,5.

Forza motrice

Utilizzatori a installazione fissa: potenza installata per un coefficiente di 0,7.

Prese a spina oltre 10 A: potenza presunta per ogni carico 1 kW per un coefficiente di 0,5.

2 – RELAZIONE TECNICA GENERALE

2.1 - CONFORMITA' ALLE NORME

Tutti i componenti elettrici utilizzati devono essere a regola d'arte e idonei all'ambiente d'installazione.

Il materiale elettrico soggetto alla direttiva bassa tensione, immesso sul mercato dopo il 1° gennaio 1997, deve essere marcato CE.

Apponendo la marcatura CE il costruttore dichiara che il prodotto è a regola d'arte, essendo conforme alla direttiva bassa tensione e alle altre direttive ad esso applicabili, ad esempio alla direttiva sulla compatibilità elettromagnetica.

Per il materiale elettrico non soggetto alla direttiva bassa tensione, ad esempio le prese a spina ad uso domestico, l'installatore può ricorrere a prodotti con un marchio di conformità alle norme, ad esempio dell'Istituto del Marchio di Qualità (IMQ).

Mentre la marcatura CE è obbligatoria, il marchio IMQ è volontario.

Il marchio IMQ, che può accompagnare la marcatura CE, sta ad indicare che secondo l'Istituto Italiano del Marchio di Qualità il prodotto è conforme alle norme relative, avendo in particolare superato la sequenza di prove previste.

Per il materiale elettrico, non soggetto alla direttiva bassa tensione e quindi senza marcatura CE, privo di un marchio di qualità, è opportuno che l'installatore richieda al costruttore, o al suo mandatario/importatore, la dichiarazione che è costruito a regola d'arte.

E' sufficiente che tale dichiarazione compaia sul catalogo.

2.2 - GRUPPI DI MISURA

Il gruppo di misura deve essere ubicato in posizione accessibile al Distributore di energia anche in assenza di Utenti. Tale ubicazione deve essere preventivamente concordata con il Distributore.

La nicchia e il portello di chiusura dovranno essere in materiale non metallico e comunque secondo le prescrizioni ENEL.

L'energia sarà fornita da ENEL direttamente in bassa tensione a 230 V e il tipo di sistema di alimentazione sarà classificato come TT.

Per l'allacciamento alla rete ENEL, dalla nicchia partirà un tubo in acciaio zincato di Diametro minimo 2" o, in alternativa, in PVC del diametro adeguato e comunque non inferiore a 63 mm adatto per posa interrata che farà capo ad un pozzetto di raccordo o di allacciamento alla linea dell'Ente distributore.

In bassa tensione, nelle forniture monofasi o trifasi fino a 15 kW di potenza contrattuale impegnata, il Distributore di energia installa gruppi di misura con un contatore di energia attiva associato ad un interruttore automatico detto limitatore, che interrompe l'alimentazione quando la potenza prelevata supera la potenza contrattuale impegnata maggiorata del 10% (potenza massima disponibile).

2.3 - TUBI PROTETTIVI E CANALI

In genere, vengono impiegati tubi protettivi “pieghevoli” in materiale isolante incassati nella muratura. Sono definiti tubi pieghevoli perché durante l’impiego possono essere agevolmente piegati ma non frequentemente. I tubi rigidi, particolarmente adatti per l’installazione a vista, ma sono anch’essi idonei per la posa incassata nella muratura.

Devono essere utilizzati tubi protettivi non propaganti la fiamma che possono essere di qualsiasi colore, esclusi l’arancione, il giallo ed il rosso. I tubi protettivi, pieghevoli o rigidi, in materiale isolante posati sotto pavimento devono essere almeno di tipo medio (codice di classificazione 33 secondo CEI 23-80).

I tubi di tipo leggero (codice di classificazione 23 secondo CEI 23-80) potrebbero essere posati sottotraccia a parete, o a soffitto, oppure nel controsoffitto, ma di fatto anche in questi casi si utilizzano tubi di tipo medio per ragioni di uniformità.

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Nei canali la sezione occupata dai cavi non deve superare il 50% della sezione del canale stesso.

I canali devono essere conformi alla norma CEI 23-32 (isolanti) ed alla norma CEI 23-19 (battiscopa).

In riferimento alla Norma CEI 23-26 occorre utilizzare tubi con diametro esterno di almeno 16 mm. Possibilmente si utilizzano tubi protettivi di diametro esterno minimo 20 mm, in previsione di eventuali modifiche o aggiunte.

2.4 - POSA DELLE CONDUTTURE

Per condotta si intende l’insieme dei conduttori elettrici e degli elementi che assicurano l’isolamento il supporto, il fissaggio e l’eventuale protezione meccanica di tali conduttori.

Le condutture (tubi protettivi, cassette e scatole di derivazione) per l’impianto di energia vanno tenute separate dalle condutture per impianti di segnale (telefonia, trasmissione dati, segnali TV, ecc.) e per i circuiti SELV.

Si raccomanda di non installare prese di energia appartenenti a circuiti diversi nella medesima scatola. I tubi protettivi installati nella parete devono avere percorso orizzontale, verticale o parallelo allo spigolo della parete. Nel pavimento e nel soffitto il percorso può essere qualsiasi.

Il raggio di curvatura dei tubi deve essere tale da non danneggiare i cavi.

Si considera adeguato un raggio di curvatura pari a circa tre volte il diametro esterno del tubo; il che permette anche di infilare più facilmente i cavi.

Le condutture non devono sconfinare in altre unità immobiliari.

Le condutture elettriche non devono essere installate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi e vapori, a meno che non siano protette dagli eventuali effetti dannosi. Quando gli apparecchi utilizzatori, ad esempio gli apparecchi di illuminazione non siano stati installati, l’estremità dei conduttori deve essere protetta contro i contatti diretti, ad esempio mediante nastratura.

TAB. 1 - Diametro esterno minimo (mm) dei tubi pieghevoli in pvc, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

CAVI			SEZIONE (mm ²)						
U ₀ /U	TIPO		NUM.	1,5	2,5	4	6	10	
450/750V	Cavo unipolare pvc (senza guaina)		1	16	16	16	16	16	
			2	16	20	20	25	32	
			3	16	20	25	32	32	
			4	20	20	25	32	32	
			5	20	25	25	32	40	
			6	20	25	32	32	40	
			7	20	25	32	32	40	
			8	25	32	32	40	50	
			9	25	32	32	50	50	
	Cavo Multipolare pvc		Bipol.	1	20	25	25	32	40
				2	32	40	50	50	63
				3	40	50	50	63	-
			Triplo.	1	20	25	25	32	40
				2	40	40	50	63	63
				3	40	50	50	63	-
Quadr.			1	25	25	32	32	50	
			2	40	50	50	63	-	
			3	50	50	63	-	-	
0,6/1 kV	Cavo unipolare pvc o gomma (con guaina)		1	25	25	25	25	32	
			2	40	40	50	50	50	
			3	50	50	50	63	63	
			4	50	50	63	63	-	
			5	63	63	63	63	-	
			6	63	63	63	-	-	
			7	63	63	63	-	-	
			8	-	-	-	-	-	
			9	-	-	-	-	-	
	Cavo multipolare pvc o gomma		Bipol.	1	25	32	32	32	40
				2	50	50	63	63	-
				3	63	63	63	-	-
			Triplo.	1	25	32	32	32	40
				2	50	50	63	63	-
				3	63	63	63	-	-
			Quadr.	1	32	32	32	40	40
				2	50	63	63	-	-
				3	63	63	-	-	-

TAB.2 - Diametro esterno minimo (mm) dei tubi rigidi in pvc, in relazione alla sezione e ai numeri dei cavi

CAVI			SEZIONE (mm ²)						
U ₀ /U	TIPO		NUM.	1,5	2,5	4	6	10	
450/750V	Cavo unipolare pvc (senza guaina)		1	16	16	16	16	16	
			2	16	16	16	20	25	
			3	16	16	20	25	32	
			4	16	20	20	25	32	
			5	20	20	20	32	32	
			6	20	20	25	32	40	
			7	20	20	25	32	40	
			8	25	25	32	40	50	
			9	25	25	32	40	50	
	Cavo Multipolare pvc		Bipol.	1	16	20	20	25	32
				2	32	40	40	50	-
				3	40	40	50	50	-
			Triplo.	1	16	20	20	25	40
				2	32	40	40	50	-
				3	40	50	50	-	-
			Quadr.	1	20	20	25	32	40
				2	40	40	50	50	-
				3	40	50	50	-	-
0,6/1 kV	Cavo unipolare pvc o gomma (con guaina)		1	20	20	20	25	50	
			2	40	40	40	40	50	
			3	40	50	50	50	-	
			4	50	50	50	50	-	
			5	50	50	-	-	-	
			6	-	-	-	-	-	
			7	-	-	-	-	-	
			8	-	-	-	-	-	
			9	-	-	-	-	-	
	Cavo multipolare pvc o gomma		Bipol.	1	25	25	25	32	32
				2	40	50	50	-	-
				3	50	50	-	-	-
			Triplo.	1	25	25	25	32	32
				2	50	50	50	-	-
				3	50	-	-	-	-
			Quadr.	1	25	25	32	32	40
				2	50	50	-	-	-
				3	-	-	-	-	-

2.5 - CASSETTE DI DERIVAZIONE E GIUNZIONE

Secondo la norma CEI 64-8 i coperchi delle cassette devono essere “saldamente fissati”.

E' buona norma che giunzioni e cavi posti all'interno delle cassette non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

E' inoltre consigliabile attestare le tubazioni in modo da evitare eccessi di cavi.

Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con o senza vite) aventi grado di protezione IPXXB; non sono quindi considerate giunzioni e/o derivazioni eseguite con attorcigliamento e nastratura.

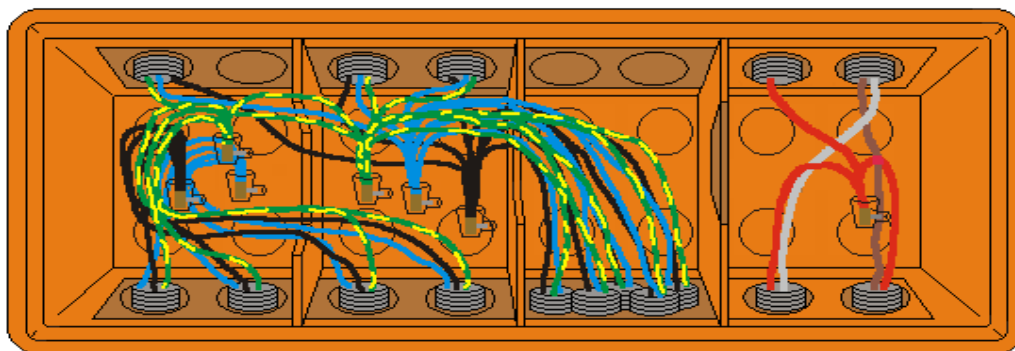
Il grado di protezione IPXXB indica che le parti attive, cioè le parti in tensione nel servizio ordinario incluso il neutro, non sono accessibili al dito di prova.

E' ammesso l'entra esci sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa, purchè esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare.

Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei conduttori e lasciare le parti conduttrici scoperte. I dispositivi di connessione devono essere ubicati nelle cassette, non sono ammessi nei tubi e sono fortemente sconsigliati nelle scatole porta-apparecchi.

DIMENSIONI INTERNE (LxHxP)	PREDISPOSIZIONE N° SCOMPARTI	DIAMETRO ESTERNO DEL TUBO (mm)						
		16	20	25	32	40	50	63
90x90x45	1	7	4	3	-	-	-	-
120x100x50	1	10	6	4	-	-	-	-
120x100x70	1	14	9	6	-	-	-	-
150x100x70	1	18	12	8	4	4	2	-
160x130x70	1	20	12	8	6	4	2	-
200x150x70	2	24	16	10	6	4	4	-
300x150x70	3	-	24	16	10	6	5	2
390x150x70	4	-	-	20	12	8	6	3
480x160x70	3	-	-	24	16	10	6	4
520x200x80	3	-	-	-	-	12	8	6

Esempio collegamenti entro scatola di derivazione. (Fonte www.elektro.it)



2.6 - INTERRUTTORI AUTOMATICI, DIFFERENZIALI E QUADRI ELETTRICI

Il potere di cortocircuito degli interruttori automatici (magnetotermici) che si installano in prossimità del contatore deve essere almeno pari a quello del limitatore di energia.

I nuovi gruppi di misura elettronici hanno un unico potere di cortocircuito di 6 kA.

Il potere di cortocircuito degli interruttori dei quadri elettrici o dei servizi generali possono essere ridotti in relazione alla lunghezza e sezione dei cavi del montane (vedi tabella).

Gli interruttori automatici bipolari possono avere anche un solo polo protetto.

Ciò è consentito anche nei circuiti fase-fase, tenuto conto della protezione differenziale, generale o sul singolo circuito.

Gli interruttori automatici onnipolari, conformi alla norma CEI 23-3/1, assicurano anche il sezionamento del circuito (sistemi TT).

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungono temperature pericolose, secondo quanto indicato nelle norme C.E.I. 64-8 ai punti 434.3, 434.3.1, 434.3.2 con la relazione:

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

Il loro potere di interruzione deve essere almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

Una nota particolare va fatta per ciò che riguarda il controllo selettivo degli interventi, che può prevedere l'installazione di interruttori con potere di interruzione inferiore purchè a monte vi sia un altro interruttore con il potere di interruzione adeguato e che l'energia passante a cui è soggetto il dispositivo a monte, non risulti dannosa anche per quello a valle e per le condutture prescelte.

Gli interruttori automatici più utilizzati negli impianti degli edifici civili hanno caratteristica di intervento di tipo C.

Come interruttori differenziali negli edifici civili si utilizzano interruttori con $I_{dn} = 30$ mA al fine di garantire anche una protezione addizionale contro i contatti diretti.

Uno stesso interruttore differenziale può proteggere più circuiti; aumentando il numero dei circuiti non si perde in sicurezza, ma in selettività.

Occorre quindi trovare un compromesso tra economia e continuità di servizio.

L'uso di quadretti in materiale isolante (autoestinguento) evita il pericolo di contatto indiretto per guasto a terra all'ingresso del quadretto.

Se i circuiti sono monofase, la corrente nominale del quadro non supera i 32 A e l'involucro è conforme alla norma CEI 23-49 non è richiesto alcuno calcolo o verifica particolare; in pratica è sufficiente targare il quadro.

La targa, posta anche dietro una copertura mobile, deve riportare il nome o marchio del costruttore, il tipo (o altro mezzo di identificazione), la tensione e la corrente nominali, il grado di protezione (se superiore a IP2XC), il simbolo di apparecchio di classe II (se applicabile).

Il costruttore del quadretto è spesso lo stesso installatore.

TAB.3 - Lunghezza minima della linea per ridurre la corrente di cortocircuito in una linea monofase (da 4,5 kA a 3 kA; da 6 kA a 4,5 kA; da 6 kA a 3 kA) e in una linea trifase (da 6 kA a 4,5 kA).

SEZIONE	LUNGHEZZA DELLA LINEA			
	Monofase Da 4.5 kA a 3 kA	Monofase Da 6 kA a 4.5 kA	Monofase Da 6 kA a 3 kA	Trifase Da 6 kA a 4,5 kA
2,5 mm ²	2 m	1,1 m	3 m	2,2 m
4 mm ²	3,2 m	1,8 m	4,8 m	3,6 m
6 mm ²	4,7 m	2,6 m	7,2 m	5,2 m
10 mm ²	8 m	4,3 m	11,9 m	8,6 m
16 mm ²	12,5 m	6,7 m	18,7 m	13,5 m
25 mm ²	19 m	10,2 m	28,6 m	21 m
35 mm ²	26 m	13,7 m	39,2 m	28,5 m

2.7 - TIPI DI CAVI PER ENERGIA

Per la realizzazione degli impianti possono essere utilizzati i seguenti tipi di cavi (conduttori in rame).

FS17 450/750V: conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolante in PVC di qualità S17. In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione.

FG17 450/750V: conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolante in PVC di qualità G17. In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione.

FG16OR16 0,6/1kV conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto con isolante HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate prestazioni elettriche, meccaniche e termiche. In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione.

FG16OM16 0,6/1kV conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto con isolante HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate prestazioni elettriche, meccaniche e termiche. In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione. Guaina termoplastica speciale di qualità M16 colore verde.

Colori distintivi

Come noto, si deve utilizzare il bicolore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu per il conduttore di neutro.

La norma non richiede colori particolari per i conduttori di fase.

Per i circuiti SELV è bene utilizzare cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

SELV è l'acronimo di Safety Extra Low Voltage.

2.8 - CIRCUITI DI COMANDO E SEGNALAZIONE

I circuiti (ad esempio apri-porta) e di segnalazione (ad esempio campanelli) possono essere alimentati anche alla tensione di 230 V, ma per maggiore sicurezza sono stati previsti a “bassissima tensione di sicurezza” (SELV).

I circuiti SELV devono essere alimentati da un trasformatore di sicurezza o da altra sorgente di sicurezza; non devono avere alcun punto, né masse, a terra.

Il trasformatore di sicurezza ha una tensione secondaria a vuoto fino a 50 V e un isolamento doppio o rinforzato tra gli avvolgimenti, oppure uno schermo collegato a terra.

Un trasformatore di sicurezza deve essere conforme alla norma CEI 96-7 e portare in targa il relativo simbolo.

Il trasformatore di sicurezza per campanelli installato sul quadro deve avere i morsetti di uscita (SELV) segregati o distanziati, al fine di evitare contatti con i circuiti a 230V.

E' opportuno che il suono del campanello di ingresso sia diverso da quello dell'eventuale campanello del bagno.

2.9 - SEZIONE DEI CAVI E RELATIVE PROTEZIONI

La sezione di un determinato tipo di cavo deve essere scelta in relazione alla potenza dei carichi ed alla caduta di tensione ammissibile.

Tenuto conto dei tipi di cavo indicati si adottano per i conduttori di fase e di neutro le seguenti sezioni:

- 1,5 mm² per i circuiti che alimentano prese da 10 A, punti luce, segnalazione e comando;
- 2,5 per le dorsali principali luce;
- 4 per la dorsale principale forza motrice;
- 2.5 mm² per gli altri circuiti, salvo per quelli di potenza superiore o uguale a 4 kW per i quali è necessaria una sezione di 4 mm²

Al fine di contenere la caduta di tensione totale entro i limiti ammessi, la lunghezza delle linee all'interno dello stabile non deve, tuttavia, superare, in relazione alla sezione, la lunghezza massima indicata nella successiva tabella.

La lunghezza massima è stata stabilita sulla base di una caduta di tensione interna non superiore al 2,5%, avendo ipotizzato una caduta di tensione sul montante massima del 1,5%.

La caduta di tensione è stata calcolata nelle condizioni più sfavorevoli, cioè con carico all'estremità del circuito e con una corrente d'impiego pari alla corrente nominale dell'interruttore automatico di protezione.

TAB.4- Lunghezza massima di linee monofasi, di sezione costante, per contenere la caduta di tensione entro il 2,5 %.

CORRENTE NOMINALE DELL'INTERRUTTORE AUTOMATICO (I_n)	LUNGHEZZA MASSIMA	SEZIONE DEL CAVO
10 A	$L \leq 19$ m	1,5 mm ²
	$19 \text{ m} \leq L \leq 31$ m	2,5 mm ²
	$31 \text{ m} \leq L \leq 51$ m	4 mm ²
	$51 \text{ m} \leq L \leq 77$ m	6 mm ²
16 A	$L \leq 11$ m	1,5 mm ²
	$11 \text{ m} \leq L \leq 20$ m	2,5 mm ²
	$20 \text{ m} \leq L \leq 31$ m	4 mm ²
	$31 \text{ m} \leq L \leq 48$ m	6 mm ²
20 A	$L \leq 15$ m	2,5 mm ²
	$15 \text{ m} \leq L \leq 25$ m	4 mm ²
	$25 \text{ m} \leq L \leq 38$ m	6 mm ²

TAB.5 - Lunghezza massima di linee monofasi, costituite da due tratti di sezione diversa, per contenere la caduta di tensione entro il 2,5% ($I_n = 10$ A).

Lunghezza linea	I tratto 2,5 mm ²	II tratto 1,5 mm ²	I tratto 4 mm ²	II tratto 1,5 mm ²
≤ 19 m	-	19 m	-	-
21 m	5 m	16 m	-	-
23 m	10,5 m	12,5 m	-	-
25 m	15,5 m	9,5 m	-	-
27 m	20 m	7 m	13,5 m	13,5 m
29 m	25 m	4 m	16,5 m	12,5 m
31 m	30 m	1 m	20 m	11 m
33 m	-	-	23 m	10 m
35 m	-	-	26 m	9 m
37 m	-	-	29 m	8 m
39 m	-	-	32 m	7 m
41 m	-	-	36 m	5 m
43 m	-	-	39 m	4 m
45 m	-	-	42 m	3 m
47 m	-	-	45 m	2 m
49 m	-	-	48 m	1 m
51 m	-	-	51 m	-

I circuiti di sezione $1,5 \text{ mm}^2$ sono protetti contro il sovraccarico da un interruttore automatico $I_n = 10 \text{ A}$

I circuiti di sezione $2,5 \text{ mm}^2$ sono protetti con un interruttore automatico $I_n = 16 \text{ A}$.

Le linee, essendo protette contro il sovraccarico, sono protette per un cortocircuito in fondo alla linea stessa. Tenuto conto del tipo di cavo utilizzato, della sezione, del livello delle correnti di cortocircuito e delle caratteristiche degli interruttori normalmente utilizzati negli edifici civili, le linee sono protette anche da un cortocircuito all'inizio della linea.

E' opportuno che la corrente nominale dell'interruttore di protezione non superi la corrente nominale delle prese a spina.

La distribuzione dell'energia all'interno dello stabile si realizza con due o più circuiti, in funzione della superficie dell'appartamento, ognuno dei quali può alimentare:

- utilizzatori della stessa natura (circuiti luce – circuiti prese), oppure;
- utilizzatori di una zona (circuiti a zone).

L'interruttore generale può non essere magnetotermico se alla base del montante è stato installato un interruttore automatico con la corrente nominale su indicata.

Nei confronti dei contatti indiretti occorre una protezione differenziale: questa può essere generale oppure può essere inserita sui circuiti terminali.

2.10 - COLONNE MONTANTI

Per colonna montante si intende la conduttura che collega il gruppo di misura al quadro elettrico generale (tratti orizzontali o verticali).

Per lunghezza del montante si intende la lunghezza semplice della conduttura, cioè del percorso dal gruppo di misura al quadro.

Dimensionamento del montante

La sezione del cavo va scelta in funzione della potenza da trasportare, in modo da non superare la portata (termica) del cavo I_z e in relazione alla lunghezza per contenere la caduta di tensione.

La caduta di tensione tra il gruppo di misura e un qualsiasi punto dell'impianto non deve superare il 4% della tensione nominale con il carico di progetto (raccomandazione normativa).

Si è scelto di dimensionare la colonna montante per una caduta di tensione pari al 1,5% nelle condizioni più gravose e l'impianto interno per una caduta di tensione pari al 2,5% con una corrente corrispondente al valore di potenza contrattuale impegnata.

Si consiglia comunque di sovradimensionare la colonna montante per permettere eventuali futuri potenziamenti.

Cavi di sezione maggiore a quelli indicati riducono inoltre le perdite per effetto joule: al costo di installazione fa riscontro un minor costo di esercizio.

Il montante può essere protetto contro il cortocircuito dal limitatore del Distributore di energia, il quale serve anche per sezionare l'impianto, purchè il limitatore sia adatto a tale scopo, sia accessibile all'utente, come in genere avviene, e il montante sia realizzato in modo da rendere minimo il rischio di cortocircuito.

In tal caso, la protezione del montante contro il sovraccarico deve essere assicurata dall'interruttore automatico generale posto sul quadro generale.

Non è necessario proteggere il montante contro i contatti indiretti con l'interruttore differenziale se non ci sono masse fino al quadro generale (tubi protettivi, canali e quadretti in materiale isolante); sono ammesse le fascette ,metalliche per il fissaggio di cavi multipolari.

2.11 - DIMENSIONAMENTO DEI CAVI ELETTRICI

La sezione dei cavi elettrici è stata calcolata seguendo le prescrizioni della tabella CEI-UNEL 35024-701 in conformità alla norma CEI 20-21.

2.12 - PROTEZIONE DEI CIRCUITI DALLE SOVRACORRENTI

In riferimento alla norma CEI 64-8 tutti i circuiti presenti nell'impianto saranno protetti dalla correnti di sovraccarico e corto circuito con tramite l'utilizzo di interruttori magnetotermici dimensionati in modo da soddisfare le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove:

I_b = corrente di impiego del conduttore
 I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;
 I_z = corrente di massima portata del conduttore;
 I_f = corrente convenzionale d'intervento.

La relazione $I_b \leq I_n \leq I_z$ garantisce il funzionamento del sistema sia in condizioni normali ($I_b \leq I_n$), sia il funzionamento del circuito in condizioni di modesto sovraccarico ($I_n \leq I_z$).

La relazione $I_f \leq 1,45 I_z$ permette il compromesso tra l'esigenza di non permettere sovraccarichi elevati (superiori al 45% della portata delle condutture) e consentire brevi sovraccarichi.

2.13 - VERIFICA DELLE CADUTE DI TENSIONE

In conformità alle Norme CEI-UNEL 35023-70 è stata calcolata la sezione dei conduttori applicando la relazione seguente per il calcolo della caduta di tensione:

$$V = \frac{\Delta U \cdot I \cdot L}{1.000}$$
$$V = \frac{V}{V_n} \times 100$$

Dove:

V = caduta di tensione ammessa;

V% = caduta di tensione percentuale;

I = corrente che transita nel conduttore (A);

L = lunghezza semplice della linea (m);

ΔU = caduta di tensione unitaria, per unità di corrente e unità di lunghezza espressa in mV/Am ricavato dalla tabella CEI-UNEL 35023-70

Vn = tensione nominale.

Si verifica quindi che tutte le cadute di tensione dei circuiti costituenti l'impianto (con $\cos\phi = 1$) siano contenute entro il 4%.

2.14 - DETERMINAZIONE DELLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO

La determinazione della corrente di corto circuito lungo una conduttura quando l'impedenza del guasto è trascurabile e l'impedenza della conduttura stessa è prevalente rispetto alle altre impedenza del circuito si possono utilizzare le seguenti relazioni:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \times U.S.}{1,5 \rho \times 2L}$$

Dove:

I_{cc} = corrente di corto circuito (A);

0,8 = fattore che tiene conto del presumibile abbassamento della tensione nel punto di allacciamento per effetto del corto circuito;

U = tensione (V);

S = sezione della conduttura in mmq.

1,5 = fattore per cui si moltiplica la resistenza della conduttura calcolata a 20°C per tenere conto dell'aumento della temperatura durante il corto circuito;

ρ = resistività a 20°C del materiale dei conduttori, in $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$;

2 = fattore per cui si moltiplica la lunghezza semplice della conduttura per tenere conto che il corto circuito interessa una lunghezza doppia di conduttore;

L = è la lunghezza semplice della conduttura (m);

Per i cavi in rame che hanno $\rho = 0,0178$ la relazione diventa:

$$I_{cc} = \frac{1,5 \times U.S.}{L}$$

2.15 - APPARECCHI DI COMANDO

Nei circuiti bipolari (fase-fase o fase-neutro) gli interruttori di comando, ad esempio per il circuito luce, possono essere unipolari, ma sui circuiti fase-neutro devono essere inseriti sul conduttore di fase. Gli interruttori di comando, i deviatori e gli invertitori per i punti luce sono da 10 A; gli interruttori per le prese “comandate” devono avere la stessa corrente nominale della presa.

Prese a spina

Nei locali ad uso civile i circuiti che alimentano prese con corrente nominale fino a 20 A (compresa) devono essere protetti da un interruttore differenziale con $I_{dn} = 30 \text{ mA}$. Non è necessario un interruttore apposito, nei piccoli appartamenti è sufficiente l'interruttore differenziale generale.

Le prese per uso domestico e similare più diffuse sono le seguenti:

- P11 2P+T 10 A a poli allineati con alveoli schermati;
- P17 2P+T 16 A a poli allineati con alveoli schermati;
- P17/11 2P+T 10/16 A a poli allineati con alveoli schermati (presa a ricettività multipla, comunemente detta bipasso);
- P30 2P+T 10/16 A con terra laterale e centrale ed alveoli schermati;
- Shuko 2P+T 16 A con terra laterale.

Le prese P17/11 2P+T 10/16 A con alveoli schermati sono spesso preferite per la loro versatilità.

I frutti saranno installati su armature isolanti e dovranno essere inseriti dalla parte anteriore dei supporti. Dovrà essere sempre garantita l'intercambiabilità dei componenti.

Nei locali è stato previsto l'impianto a vista di tipo stagno che avrà grado di protezione IP55.

I comandi dovranno essere protetti da un coperchio con membrana cedevole fissato a vite.

Caratteristiche:

- Gli interruttori devono avere portata almeno uguale a 10 A;
- Le prese devono essere di sicurezza con portata 10 o 16 A a secondo del circuito;
- Le prese UNEL devono consentire l'utilizzo sia di spine UNEL che tradizionali.

Si raccomanda che le prese a spina siano installate in modo che l'asse di inserzione risulti orizzontale o prossimo all'orizzontale.

L'asse di inserzione delle prese a spina deve risultare ad un'altezza dal piano di calpestio di almeno 17,5 cm se a parete (sia con montaggio incassato, sia sporgente) o di almeno 7 cm se da canalizzazioni o zoccoli.

2.16 - ALTEZZE D' INSTALLAZIONE

Le altezze minime consigliate per l'installazione dei componenti elettrici saranno le seguenti, misurate dal piano di calpestio a impianti finiti all'asse di inserzione delle spine per le prese e alla mezzeria per tutte le altre apparecchiature.

Ambienti normali:

- Quadro elettrico 160 cm
- Citofono 140 cm
- Prese di corrente 17,5 cm
- Prese telefoniche 17,5 cm
- Prese televisive 17,5 cm
- Prese e comando luci nei bagni 90 cm
- Prese sul piano di lavoro in cucina 90-110 cm
- Pulsante a tirante (vasca e/o doccia) > 225 cm

Ambienti speciali (autorimessa ecc..)

- Prese e comandi 115 cm

2.17 – BAGNI E DOCCE

I locali bagno e doccia presentano condizioni ambientali particolari che determinano un maggiore rischio rispetto agli altri locali.

Le misure di protezione contro i contatti indiretti richieste per questi locali devono pertanto essere più severe di quelle richieste per il resto dell'abitazione.

Tali misure di protezione tuttavia si applicano solo ai locali bagno e doccia e non ai locali ove siano installati i soli servizi igienici.

Regole d'installazione secondo le zone

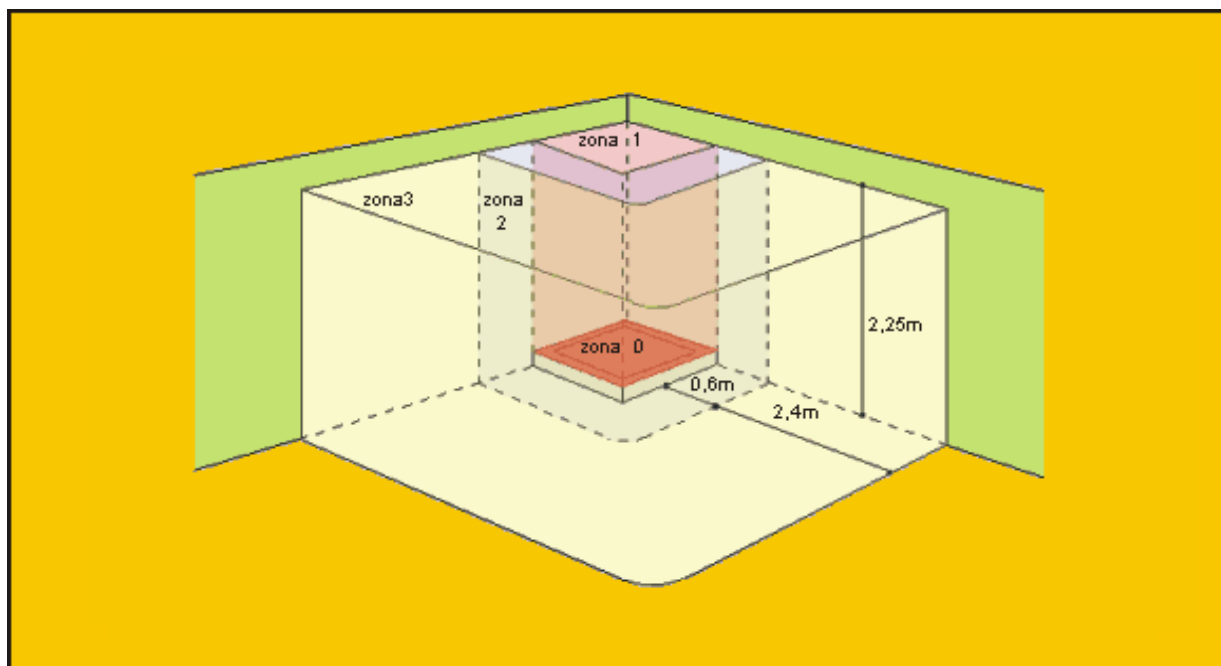
Tutti i circuiti delle zone 0,1,2,3 del locale da bagno, o doccia, devono essere protetti da un interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$. E' importante conoscere preventivamente la posizione della doccia e/o della vasca per definire con precisione le zone di pericolosità, in base alle quali sono definite le regole d'installazione.

Le zone non si estendono all'esterno del locale attraverso le aperture munite di serramenti: ciò vuol dire che l'interruttore posto fuori dalla porta del bagno è ammissibile, anche se dista meno di 60 cm dal bordo della vasca.

Le zone sono inoltre modificate in presenza di ripari fissi.

Nella zona 0 (dentro la vasca) sono ammessi dalla norma apparecchi fissi SELV (12 V c.a. e 30 V c.c.), purchè previsti per tale scopo nelle relative norme di prodotto, ma se ne sconsiglia l'uso.

Schematizzazione locali bagno. (Fonte www.elektro.it)



TAB.6 - Specifiche di installazione locali bagni e docce.

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Grado di protezione minimo contro la penetrazione di liquidi	IPX4	IPX4	-
Dispositivi di comando, protezione, ecc.	Vietati	Vietati	Ammessi
Apparecchi utilizzatori	Ammessi: <ul style="list-style-type: none"> - apparecchi di illuminazione SELV - scaldacqua elettrici 	Ammessi oltre a quelli della zona 1: <ul style="list-style-type: none"> - app. ill. di riscaldamento, unità per idromassaggio di classe II o di classe I - ventilatori aspiratori di classe II 	Nessuna limitazione
Prese a spina	Vietate	Ammesse prese per rasoi elettrici con proprio trasformatore di classe II incorporato	Ammesse
Condutture elettriche (eccetto quelle incassate a profondità maggiore di 5 cm)	Limitate a quelle che alimentano apparecchi posti nelle zone 1 e 2. isolamento corrispondente alla classe II e senza tubazioni metalliche. Cassette di derivazione o giunzione non ammesse.		Nessuna limitazione
Collegamento equipotenziale supplementare	Richiesto	Richiesto	Richiesto

2.18 – IMPIANTI ALL'ESTERNO

Posa dei cavi

Il cavo da utilizzare deve essere del tipo con guaina protettiva e con tensione nominale 0,6/1 kV (es. FG16OR16 0,6/1 kV).

I cavi direttamente interrati, o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente, devono essere protetti con lastra o tegolo ed interrati alla profondità di almeno 0,5 m.

Non è richiesta una profondità minima di posa, né la protezione meccanica supplementare, se il cavo è posto entro tubo protettivo di tipo 450 o di tipo 750, oppure se il cavo è posato entro un condotto o cunicolo.

I tubi di tipo 250, invece, devono essere posati ad una profondità di almeno 0,5 m, con una protezione meccanica supplementare.

Le tubazioni devono fare capo a pozzetti di ispezione e di infilaggio con fondo pendente di adeguate dimensioni (es. 40cm x 40 cm x 60 cm) per permettere un agevole accesso; i pozzetti devono essere dotati di robusti chiusini, specie se in aree carrabili.

Cassette di giunzione

Le cassette di giunzione devono avere un grado di protezione almeno IP44; è consigliabile che siano poste ad almeno 20 cm dal suolo.

Per evitare pericolosi fenomeni di condensazione nei quadri, o nelle cassette, è buona norma eseguire tamponamenti con materiali idonei (es. polistirolo espanso, resine, ecc) nei punti di innesto.

Connessioni

Le giunzioni e/o derivazioni entro pozzetti interrati vanno eseguite con materiali idonei al fine di ripristinare l'isolamento del cavo; ad esempio: giunti a resina colata, lastrature autoagglomeranti e vernici isolanti, guaine isolanti termorestringenti.

2.19 SOVRATENSIONI

L'impianto elettrico può essere sottoposto ad una sovratensione causata da un fulmine sulla linea elettrica di alimentazione dell'edificio.

Negli edifici civili si devono prendere provvedimenti contro questo evento, ai fini della sicurezza delle persone, solo nei casi particolari in cui l'analisi del rischio, effettuata secondo la norma EN 62305-2 (CEI 82-10/2), ne indica la necessità.

Nel caso in cui tale analisi richieda la protezione contro le sovratensioni, vanno installati SPD di classe I nel quadro di partenza; se ritenuto necessario; possono inoltre essere installati SPD di classe II nei quadri secondari al fine di evitare danni economici.

Gli SPD installati vanno coordinati tra loro e con l'apparecchiatura da proteggere secondo le indicazioni del costruttore.

In ogni caso gli SPD vanno installati tra i conduttori di fase, di neutro e la terra.

2.20 – IMPIANTO TELEFONICO-DATI

La distribuzione interna che offre maggiore flessibilità è a stella.

All'ingresso del locale deve essere installato il punto scelto per il centro stella

Dal centro stella si dipartono le tubazioni in pvc pieghevoli o rigide, di diametro 25 mm, verso le varie scatole portaprese modulari (tre moduli, dimensioni: 90 mm x 60 mm x 50 mm).

Nei tratti a pavimento, le tubazioni devono essere di tipo medio.

Il raggio di curvatura minimo di posa della tubazione non deve essere inferiore a 60 mm.

E' suggerita l'installazione di almeno una scatola portaprese per stanza (più scatole nei locali di maggiori dimensioni).

Si utilizzano in genera cavi a 4 coppie simmetriche, in grado di trasportare segnali con frequenza fino a 100 MHz.

Le prese da utilizzare, adatte per telefonia e trasmissione dati, sono del tipo RJ45, dotate di 8 pin in modo da connettere le quattro coppie di conduttori nel cavo di trasmissione.

Vicino alle prese per telefonia e trasmissione dati va prevista almeno una presa di energia elettrica.

Le tubazioni, le cassette e le scatole di derivazione devono essere ad uso esclusivo del cablaggio per telecomunicazioni.

2.22 – IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Per impianto di terra si intende un impianto costituito dai seguenti elementi:

- Dispensori;
- Conduttori di terra;
- Collettori (o nodi) principali di terra;
- Conduttori di protezione;
- Conduttori equipotenziali principali e supplementari.

L'impianto di terra è destinato a realizzare la messa a terra di protezione che, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, realizza il metodo di protezione denominato "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione".

Questo metodo di protezione è quello più comunemente utilizzato contro i contatti indiretti, contro i contatti cioè di una persona con una massa che sia in tensione per un guasto o con una parte in conduttrice in contatto con questa massa durante il guasto.

E' consigliabile che l'impianto sia eseguito tenendo presente:

- Le fasi costruttive delle opere edili per coordinare gli interventi dell'installazione dell'impianto elettrico (es. scavi a livello di fondazione, collegamenti ai ferri dell'armatura del calcestruzzo armato prima del getto, ecc...)
- La modalità di posa dei vari elementi.

Altri metodi di protezione contro i contatti indiretti che possono venire adottati per impianti elettrici alimentati da sistemi di I categoria sono:

- Uso di componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente;
- Separazione elettrica;
- Bassissima tensione SELV oppure PELV

Scopo dell'impianto di messa a terra

I componenti elettrici di classe I sono dotati di isolamento principale tra le parti attive e le masse. In caso di cedimento di questo isolamento le masse assumono valori di tensione che potrebbero risultare pericolosi per le persone in contatto con esse.

La pericolosità del contatto dipende soprattutto dal valore e dalla durata della corrente che può attraversare il corpo umano.

La funzione dell'impianto di terra, negli impianti di terra utilizzatori alimentati da sistemi di I categoria, è quella di convogliare verso terra la corrente di guasto provocando l'intervento del dispositivo di protezione con automatica interruzione della corrente di guasto ed evitando così il permanere di tensioni pericolose sulle masse.

Un impianto di terra da solo protegge solo occasionalmente contro i contatti indiretti: la protezione viene ottenuta solamente se si realizza un adeguato coordinamento con il dispositivo di protezione.

L'impianto di terra, per essere efficace, deve:

- Essere affidabile e di lunga durata;
- Avere una resistenza tale da provocare l'intervento del dispositivo di protezione nei tempi molto brevi richiesti.

Caratteristiche e funzioni dell'impianto di terra

I vari elementi che costituiscono l'impianto di terra (dispersore-conduttore di terra-collettore (o nodo) principale di terra – conduttori equipotenziali) svolgono funzioni diverse.

Il dispersore è caratterizzato da una sua resistenza, il cui dimensionamento dipende dal tipo di guasto che è chiamato a disperdere a terra.

E' costituito da elementi metallici posati nel terreno e a contatto con esso.

Possono costituire elementi del dispersore tutti quegli elementi di fatto metallici che per la loro funzione e destinazione sono a contatto con il terreno (es. i ferri del cemento armato, le tubazioni metalliche,....)

Il conduttore di terra ha la funzione di collegare il dispersore e il collettore (o nodo) principale di terra ed eventualmente i vari dispersori tra loro.

La sua continuità elettrica deve pertanto essere sempre garantita per assicurare l'efficacia della protezione.

Il collettore (o nodo) principale di terra ha la funzione di realizzare il collegamento fra i conduttori di terra, conduttori di protezione e conduttori equipotenziali principali.

Una interruzione dei collegamenti può rendere inefficace tutto il sistema di protezione: per tale motivo il collettore principale di terra deve essere facilmente controllabile e individuabile nei collegamenti.

La funzione dei conduttori di protezione è quella di convogliare la corrente di guasto dalle masse al collettore principale di terra e quindi al dispersore.

Una interruzione del conduttore di protezione rende inefficace il sistema di protezione, con la conseguenza di fare permanere in tensione la massa del componente elettrico guasto.

Tale rischio è ancora più grave in quanto l'interruzione del conduttore di protezione, come del resto anche del conduttore di terra e dei conduttori equipotenziali, non è segnalata da alcun dispositivo.

E' opportuno pertanto effettuare controlli periodici, in funzione dell'utilizzo dell'impianto elettrico, per accertare la continuità elettrica dei collegamenti.

La funzione dei conduttori equipotenziali è quella di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e le masse estranee, intendendo per queste ultime quegli elementi conduttori (es tubazioni metalliche, ecc..) in grado di introdurre un potenziale pericoloso.

Con i collegamenti equipotenziali si evita che in caso di guasto si possano manifestare differenze di potenziale pericolose fra le parti metalliche che possono essere toccate contemporaneamente da una persona.

Per conduttori equipotenziali principali si intendono quelli che collegano il collettore principale di terra alle principali masse estranee alla base dell'edificio, in particolare alle principali tubazioni metalliche, per conduttori equipotenziali secondari si intendono invece quelli collegati localmente in alcuni ambienti (es. locali bagno).

L'equipotenzialità è l'unico sistema in grado di assicurare la protezione da tensioni pericolose provenienti dall'esterno dell'impianto.

L'impianto di terra con interruzione automatica del circuito protegge da guasti interni all'impianto, che avvengano a valle del dispositivo di protezione; non è efficace se invece la tensione pericolosa viene trasferita da altri impianti utilizzatori tramite masse estranee.

Sistemi TT

Il sistema TT si ottiene quando le masse dell'impianto utilizzatore sono collegate ad un impianto di terra distinto da quello del collegamento a terra di un punto (in genere il neutro) del sistema di alimentazione.

Devono essere rispettate le prescrizioni della Norma CEI 64-8.

L'uso di protezioni differenziali rende agevole l'ottenimento del valore richiesto per la resistenza di terra.

La relazione a cui si deve fare capo è la seguente:

$$R_T \leq 50 / I_{dn}$$

Dove:

R_T = resistenza di terra (Ohm)

50 = massima tensione di contatto (V)

I_{dn} = corrente di intervento in 5 sec. del dispositivo di protezione (A).

Limite di estensione

I vari componenti del dispersore devono generalmente risultare contenuti entro il perimetro della proprietà, sia per mantenere il controllo, sia per non trasferire tensioni pericolose all'esterno.

Corrosività del terreno

Gli elementi metallici immersi in ambiente umido sono soggetti a corrosione.
Sono elementi incentivanti la corrosione:

- gli agenti chimici
- le coppie galvaniche fra metalli diversi
- le correnti vaganti

E' certamente importante la conservazione degli elementi interrati, ma altresì importante che questi non siano causa di corrosione per altre strutture interrate.

Attenzione particolare va dedicata alla presenza nel sottosuolo di correnti vaganti che se non vengono rapidamente neutralizzate possono in breve tempo distruggere le strutture metalliche.

Criteria di scelta del dispersore per ottenere la resistenza di terra desiderata

Il dispersore può essere realizzato utilizzando elementi di fatto, elementi intenzionali o una combinazione di elementi di fatto ed intenzionali.

Occorre pertanto valutare innanzitutto la presenza di elementi di fatto adatti allo scopo e determinarne (con misura o con calcolo di prima approssimazione) la resistenza dei vari tipi (plinti, fondazioni in calcestruzzo armato, camicie metalliche di pozzi, ecc...).

Si deve decidere quindi se installare dispersori intenzionali in base alle specifiche considerazioni di seguito riportate.

Equipotenzialità

Come è noto la pericolosità di una massa in tensione (a causa di un guasto) non dipende tanto dal potenziale assunto da quella massa, quanto la differenza di potenziale che si crea tra la massa e le altre masse estranee.

Un primo intervento consigliato è il collegamento delle armature del calcestruzzo armato in almeno un punto (se esse sono ben connesse tra loro).

Sono inoltre da prevedere il collegamento al collettore principale di terra (o a più collettori di terra per edifici estesi) di tutte le canalizzazioni metalliche entranti nell'edificio (gas, acqua o altro) ed anche delle parti strutturali metalliche dell'edificio.

Collettore (o nodo) principale di terra

Il collettore di terra costituisce il punto di congiunzione, che deve essere accessibile per le verifiche, fra i conduttori di terra, i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali.

Esso è in generale costituito da una piastra metallica (in acciaio zincato a caldo o in acciaio inox o in rame preferibilmente stagnato o cadmiato), con morsetti, viti e bulloni per fissare i capicorda dei conduttori.

Sarebbe opportuno che i conduttori siano identificati mediante targhette con idonea segnalazione.

Per impianti di modesta estensione si consiglia la realizzazione di un solo collettore principale di terra facilmente identificabile, per i piccoli impianti TT tale nodo può essere la barra o il morsetto di terra del quadro generale.

Dimensionamento dei conduttori di terra

Il conduttore di terra deve essere in grado di:

- resistere alla corrosione;
- resistere ad eventuali sforzi meccanici;
- portare al dispersore la corrente di guasto.

e quindi per il suo dimensionamento si deve tenere conto anche delle condizioni di posa.

Le norme danno indicazioni per il dimensionamento in funzione della corrente e indicano inoltre le sezioni minime per tenere conto della resistenza alla corrosione e degli sforzi meccanici.

Sezione dei conduttori di protezione

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto Sf (mmq)	Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mmq)
$Sf < 16$	$Sp = Sf$
$16 < Sf \leq 35$	$Sp = 16$
$Sf > 35$	$Sp = Sf/2$

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di:

- 2,5 mmq. in presenza di una protezione meccanica;
- 4 mmq. se non vi è alcuna protezione meccanica.

La sezione del conduttore di terra deve essere calcolata sulla base dei criteri indicati all'art. 9.6.0. delle Norme CEI 64-8. Tale sezione può essere ricavata dalla tabella sottostante che indica i valori minimi ammessi.

Sezione minime dei conduttori di terra

Caratteristiche di posa del conduttore		
	Materiale	Sezione minima (mmq.)
Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	Rame	16
	Ferro	16
Non protetto contro la corrosione	Rame	25
	Ferro	50

Dispersore

I materiali da utilizzare nel costruire il dispersore, per limitare i problemi di corrosione, devono essere preferibilmente omogenei; indicazioni per la loro scelta sono di seguito riportate.

Nella pratica, la costruzione edile presenta alcuni componenti che possono essere utilizzati a determinate condizioni come dispersore.

Nel caso ciò non fosse possibile o ad integrazione di elementi di fatto il dispersore deve essere previsto con elementi intenzionali.

Dispersore ad elementi di fatto

In linea di principio tutte le Norme CEI(64-8,11-8,81-10 ecc..) ammettono di poter utilizzare come elementi di fatto del dispersore i ferri dell'armatura del calcestruzzo armato che diventano adatti e permangono tali per effetto dell'umidità assorbita dal manufatto cementizio.

Si illustrano e si indicano di seguito alcune operazioni per la loro corretta utilizzazione:

- Nel caso di plinti di pilastri e di platee di fondazione è indispensabile portare all'esterno dei plinti e delle platee un tratto di conduttore (materiale e sezione conformi al progetto) di sufficiente lunghezza per le successive operazioni di connessione agli altri elementi del dispersore;
- Nel caso di utilizzo di plinti prefabbricati è opportuno richiedere al costruttore la predisposizione di un collegamento fra i ferri dell'armatura ed un punto accessibile dall'esterno (es. piastra metallica, vite con diametro minimo 10 mm, ecc);
- Nel caso di paratie di contenimento è opportuno stabilire la continuità tra gli elementi che le compongono e riportare all'esterno un conduttore di idonee caratteristiche;
- Nel caso di pali di fondazione è opportuno stabilire la continuità fra i ferri dei pali e quelli sovrastanti dei plinti, delle platee, riportando all'esterno un conduttore di idonee caratteristiche.

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

Elementi verticali

Gli elementi verticali, denominati anche a picchetto, possono essere ad unico elemento o ad elementi componibili. Nella scelta degli elementi componibili disponibili in commercio è bene dare la preferenza a quelli senza manicotto sporgente con accoppiamento filettato o a quelli con innesto autoforzante non sporgente.

Nell'operazione di conficcamento nel terreno devono essere evitati mezzi o sforzi che deformino apprezzabilmente la verticalità dell'elemento, ne danneggino l'estremità superiore e ne deteriorino il rivestimento protettivo.

Elementi orizzontali

Per gli elementi orizzontali sono in prevalenza usati conduttori in corda o tondino o nastro.

Essi devono essere posati entro uno scavo. Risulta economicamente conveniente posarli nello scavo eseguito per la costruzione dei plinti dei pilastri o in scavi eseguiti per altre esigenze.

La profondità di posa dovrà essere di almeno 0,5 m dalla superficie calpestabile. Gli elementi devono essere ricoperti con terra, argilla, humus, limo, bentonite e non con ghiaia o ciottolo o materiale di risulta del cantiere.

Conduttore di terra

I conduttori di terra (CT) non devono essere a contatto diretto con il terreno e, nei limiti del possibile, devono evitare percorsi tortuosi.

Tali conduttori non devono essere soggetti a sforzi meccanici e devono essere protetti contro le corrosioni; in particolare all'uscita del pavimento, è consigliabile proteggerli con una tubazione in PVC per almeno 30 cm.

Conduttori equipotenziali principali

I collegamenti equipotenziali principali sono destinati ad assicurare l'equipotenzialità di tutte le masse estranee come ad esempio tubazioni metalliche o struttura metalliche entranti nell'edificio ed interessanti la base dell'edificio stesso (sopra o sotto il suolo). Esempi tipici al riguardo sono: le tubazioni idriche (acqua potabile) e di gas (qualsiasi, anche il liquefatto). Tutti questi collegamenti equipotenziali principali devono fare capo (debitamente identificabili) al collettore principale di terra se unico o a quello di maggiore prossimità se ve n'è più di uno.

In ogni caso, i conduttori impiegati per i collegamenti equipotenziali principali devono:

- Nel limite del possibile, avere percorsi brevi ed essere sottratti a sforzi meccanici;
- Essere di sezione non inferiore ai minimi valori prescritti dalla Norma;
- Essere collegati alle tubazioni mediante appositi morsetti a collare precisando che i collegamenti alle tubazioni dell'acqua o del gas occorre realizzarli nei tratti di **proprietà dell'utente**.

Giunzioni e connessioni

Le giunzioni fra i vari elementi devono essere eseguite con idonei morsetti o con saldatura forte o alluminotermica e devono essere ridotte al minimo indispensabile.

Le giunzioni soggette a corrosione, specialmente se posate a contatto con il terreno, richiedono una protezione contro la corrosione ad esempio mediante verniciatura o catramatura o lastratura.

Si consiglia che i vari componenti siano, se possibile, dello stesso materiale dei dispersori o con questi compatibili (es. cadmiati, passivanti o zincati elettroliticamente).

Nella scelta dei morsetti è opportuno dare la preferenza ai tipi che non impongono il taglio del conduttore principale e che permettono di collegare conduttori di sezioni diverse.

2.22 – DOCUMENTAZIONE E VERIFICA IMPIANTO DI TERRA

Generalità

Le operazioni di seguito indicate devono essere eseguite per la verifica dell'impianto installato. Alcune verifiche possono essere eseguite in corso d'opera.

Si ricorda che, al fine della protezione contro i contatti indiretti, non è sufficiente la misura della resistenza di terra ma è necessario verificare che siano rispettate le condizioni previste mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione.

Per eseguire la verifica risulta necessaria la documentazione di progetto, integrata dalle eventuali variazioni apportate in corso d'opera.

Verifiche

Le operazioni di seguito elencate possono essere eseguite solo ad installazione completata.

Esame a vista

L'esame a vista è un'ispezione che, senza l'effettuazione di prove, identifica:

- Le eventuali difformità dell'impianto installato rispetto alla documentazione;
- I difetti degli impianti evidenti allo sguardo;
- Gli eventuali danneggiamenti dei componenti elettrici.

Questo esame deve sempre essere eseguito prima di tutte le prove e di tutte le misure.

Prova di continuità dei conduttori di terra ed equipotenziali principali

Questa prova deve essere eseguita sui conduttori di terra (CT) e sui conduttori equipotenziali principali (EQP) qualora non fosse sufficiente una verifica a vista.

Per questa prova si deve utilizzare un idoneo strumento, in grado, con una tensione a vuoto compresa fra 4 e 24V di erogare nel circuito di misura una corrente di almeno 0,2 A.

Si precisa che, in ogni caso, la prova deve essere effettuata con una corrente non inferiore a ,2 A ad esempio con uno strumento a corrente costante.

La prova di continuità non serve a misurare la resistenza dei singoli tronchi o del circuito complessivo di terra.

Tale controllo strumentale di continuità va effettuato preferibilmente e per quanto possibile, ad esempio:

- Tra i vari elementi del dispersore, in corrispondenza dei conduttori di terra ad esse collegati;
- Tra il dispersore ed il collettore principale di terra;
- Tra i vari collettori principali di terra (se ne esiste più di uno);
- Tra ogni possibile soluzione di continuità accessibile dei tronchi di conduttore di terra e di conduttori equipotenziali principali, relativamente alle loro giunzioni e derivazioni;
- Tra le masse estranee ed i collettori principali di terra.

Misura della resistenza di terra del dispersore

La misura della resistenza del dispersore, dopo l'analisi della documentazione relativa e dopo l'esame a vista delle parti interessate ancora ispezionabili, deve farsi con la scelta del metodo operativo di volta in volta più confacente, secondo il sistema di alimentazione, il tipo di dispersore installato ed in considerazione delle caratteristiche della zona circostante.

Le tecniche più comuni per una misura valida sono il metodo voltamperometrico e la misura dell'anello di guasto, descritti ai punti successivi.

Anche se l'umidità del terreno può far variare il valore di resistenza, la misura può essere eseguita in qualsiasi condizione meteorologica.

La misura deve essere effettuata per quanto possibile, con l'impianto nelle ordinarie condizioni di funzionamento, senza scollegare il dispersore dal resto dell'impianto.

Qualora in relazione ai risultati della misura o dell'analisi della documentazione il valore della resistenza di terra debba essere misurato sul solo dispersore intenzionale, scollegato dal resto dell'impianto di terra, la stessa deve essere eseguita con tutti gli impianti elettrici che utilizzano il dispersore fuori tensione.

La misura di parti staccate di uno stesso dispersore e la somma delle singole resistenze in parallelo al fine di ottenere il valore di resistenza totale, non è in genere attendibile, in quanto la resistenza reale potrebbe essere superiore a quella calcolata, per la reciproca relativa influenza fra le varie parti staccate.

Misura con il metodo volt- amperometrico

Questo tipo di misura si può eseguire, per tutti i sistemi elettrici, utilizzando un apposito strumento direttamente tarato in ohm (o un generatore ed una coppia di strumenti voltmetro e amperometro), una sonda di corrente (dispersore ausiliario) e una sonda di tensione.

La sonda di corrente deve essere posizionata in un punto sufficientemente lontano dal dispersore in esame in modo che la sonda e il dispersore siano indipendenti.

La Norma EI 64-8 considera sufficiente una distanza pari a 5 volte la dimensione massima del dispersore in rame (5D).

Nel caso di un dispersore magliato la dimensione massima deve intendersi pari al diametro del cerchio circoscritto alla maglia.

Nel caso di un singolo picchetto la dimensione massima deve intendersi pari alla sua lunghezza di infissione.

La sonda di tensione deve essere posta in un punto a potenziale zero, in posizione intermedia fra il dispersore e sonda di corrente, non necessariamente poste in linea. Nel caso fosse difficoltoso raggiungere la distanza prevista (5D) è possibile posizionare la sonda di corrente a distanza ridotta. Nel caso di distanza inferiore a 5D è necessario ricercare il valore della resistenza del dispersore in esame con il seguente procedimento.

Si posizionano le sonde di tensione e corrente in linea e si fanno varie misure, partendo con la sonda di tensione vicina al dispersore e man mano allontanandosi (qualche decimo di D per volta), fino ad avvicinarsi alla sonda di corrente. Se per un certo numero di spostamenti contigui si trova un valore di resistenza pressoché costante, questo valore può essere considerato valido.

Qualora le prove non dovessero fornire misure attendibili è necessario allontanare maggiormente la sonda di corrente dal dispersore in prova e ripetere le operazioni.

Documentazione finale

Oltre alla documentazione iniziale, dopo aver eseguito la verifica a vista, la misura della resistenza di terra e

le prove di continuità, è necessario integrare la stessa con:

- L'introduzione delle modifiche, rese necessarie dai risultati delle verifiche a vista;
- L'indicazione del valore di resistenza del dispersore, fornendo la documentazione del corretto coordinamento della resistenza di terra del dispersore con i dispositivi di protezione previsti dal progetto, installati o da installare, in relazione al sistema di distribuzione.
- Il risultato delle eventuali prove di continuità;
- La dichiarazione di conformità redatta dall'installatore (in accordo con il D.M. 37/08).

2.23 – DEFINIZIONI DEI TERMINI (Da Norma CEI 64-8)

Collettore (o nodo) principale di terra

Elemento previsto per il collegamento al dispersore dei conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali e di terra, nonché i conduttori per la terra funzionale, se esistente.

COMPONENTE ELETTRICO

Termine generale usato per indicare sia i componenti dell'impianto sia gli apparecchi utilizzatori.

Componente elettrico di classe I: componente elettrico dotato di isolamento principale e provvisto di un dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione.

Componente elettrico di classe II: componente elettrico dotato di un doppio isolamento o di isolamento rinforzato e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento a un conduttore di protezione

CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)

Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti:

- Masse;
- Masse estranee;
- Collettore (o nodo) principale di terra;
- Dispersore;
- Punto di terra della sorgente o neutro artificiale.

CONDUTTORE DI TERRA

Conduttore di protezione che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore od i dispersori tra loro.

CONDUTTORE EQUIPOTENZIALE

Conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale.

CONDUTTORE PEN

Conduttore che svolge insieme le funzioni sia di conduttore di protezione sia di conduttore di neutro.

CONDATTO INDIRETTO

Contatto di persone con una massa in tensione per un guasto.

DISPERSORE

Corpo conduttore o gruppo di corpi conduttori in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra.

IMPIANTO DI TERRA

Insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.

IMPIANTO UTILIZZATORE

L'impianto utilizzatore è costituito dai circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori e delle prese a spina, comprese le relative apparecchiature di manovra, sezionamento, interruzione, protezione, ecc.

MASSA

Parte conduttrice di un componente elettrico che può esser toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.

MASSA ESTRANEA

Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

PARTE ATTIVA

Conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso, per convenzione il conduttore PEN.

TERRA

Il terreno come conduttore il cui potenziale elettrico in ogni punto è convenzionalmente considerato uguale a zero.

RESISTENZA DI TERRA

Resistenza tra il collettore o nodo) principale di terra e la terra.

TENSIONE NOMINALE

Tensione per cui un impianto o una sua parte è progettato.

Verifiche iniziali

Prima della consegna e della messa in servizio dell'impianto elettrico, l'installatore deve eseguire le verifiche per accertare la rispondenza alle norme stesse.

Le verifiche che l'installatore è tenuto ad effettuare devono essere eseguite secondo le indicazioni contenute nella norma CEI 64-8/6 e si suddividono in:

- Esame a vista,
- Prove.

Per esame a vista si intende l'esame dell'impianto elettrico per accertare che sia stato realizzato correttamente, senza l'effettuazione di prove strumentali.

Alcuni esami a vista possono essere convenientemente condotti durante la costruzione dell'impianto.

Il rapporto di verifica deve essere completato con l'ubicazione dell'impianto, le generalità della proprietà, del committente e dell'installatore, nonché la data nella quale sono state eseguite le prove.

Verifiche periodiche

Le verifiche periodiche su un impianto elettrico esistente sono effettuate con lo scopo di determinare se l'impianto stesso, o una sua parte, non sia deteriorato a tal punto da renderne non sicuro l'uso.

Tali verifiche devono pertanto essere condotte da persone competenti ad intervalli regolari, nonché in occasione di qualsiasi cambiamento nella destinazione d'uso dell'immobile rispetto a quella per il quale l'impianto era stato originariamente previsto.

Le verifiche periodiche possono essere sostituite, in impianti elettrici estesi, da un adeguato e continuo regime di sorveglianza e manutenzione dell'impianto.

Le verifiche periodiche di un impianto devono comprendere almeno i seguenti accertamenti:

- Esame a vista, con particolare riferimento ai sistemi di protezione contro i contatti diretti e le misure di protezione contro l'incendio;
- Misura della resistenza di isolamento e prova di continuità dei conduttori di protezione;
- Verifica della protezione contro i contatti indiretti (prova di funzionamento dei differenziali nei sistemi TT);
- Prova di funzionamento degli eventuali dispositivi di controllo dell'isolamento.

E' opportuno che i risultati di ogni verifica siano riportati in un apposito registro.

2.25 – PRESCRIZIONI, GARANZIE ED OBBLIGHI PER LA

REALIZZAZIONE DEI LAVORI

L'impresa esecutrice dei lavori dovrà fornire tutti i materiali e le opere necessarie per la realizzazione a regole d'arte delle opere oggetto del presente progetto. (Legge 186 del 01/03/1968).

Saranno a carico dell'impresa esecutrice dei lavori tutte le opere necessarie relative alla corretta posa in opera dei materiali con i quali saranno costruiti gli impianti elettrici in questione.

La ditta installatrice dovrà poter fornire tutti i certificati di garanzia rilasciati dai costruttori per gli apparecchi installati.

Tutti i materiali e gli apparecchi utilizzati dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati ed avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute alla presenza di umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Al termine dei lavori la ditta installatrice dovrà rilasciare al committente una dichiarazione di conformità degli impianti realizzati ai sensi del D.M. 37/08 nel rispetto delle leggi vigenti e cogenti e alle norme indicate nel presente progetto.

2.26 – IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON POTENZA 12,00 kWp

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 12,00 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	COMUNE DI CASARSA DELLA DELIZIA
Indirizzo:	
Codice fiscale/Partita IVA:	
Telefono:	
Fax:	
E-mail:	

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Casarsa della Delizia
Latitudine:	045°57'00"
Longitudine:	012°39'00"
Altitudine:	24 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	20 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (*da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento*): in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 40 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione Su edificio.

La potenza nominale complessiva è di 12 kWp per una produzione di 13.693,5 kWh annui distribuiti su una superficie di 65,2 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂)	9,60 kg
Ossidi di azoto (NO _x)	12,08 kg
Polveri	0,43 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	7,14 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico)	0,42 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	0,08 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	3,42 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Casarsa della Delizia.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	4,5	139,5
Febbraio	7,5	210
Marzo	11,4	353,4
Aprile	15	450
Maggio	18,9	585,9
Giugno	21,1	633
Luglio	22	682
Agosto	19,6	607,6
Settembre	14,4	432
Ottobre	9,4	291,4
Novembre	4,7	141
Dicembre	3,9	120,9

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	15,73	487,642
Febbraio	24,631	689,655
Marzo	34,876	1081,164
Aprile	43,293	1298,776
Maggio	52,7	1633,711
Giugno	57,951	1738,531
Luglio	60,66	1880,472
Agosto	55,858	1731,607
Settembre	43,331	1299,938
Ottobre	30,333	940,312
Novembre	15,943	478,303
Dicembre	13,982	433,439

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuiti su 1 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1	Su edificio	Inclinazione fissa	10°	15°	2,56 %

Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 10,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 15,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 2,56 %.

DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m²)

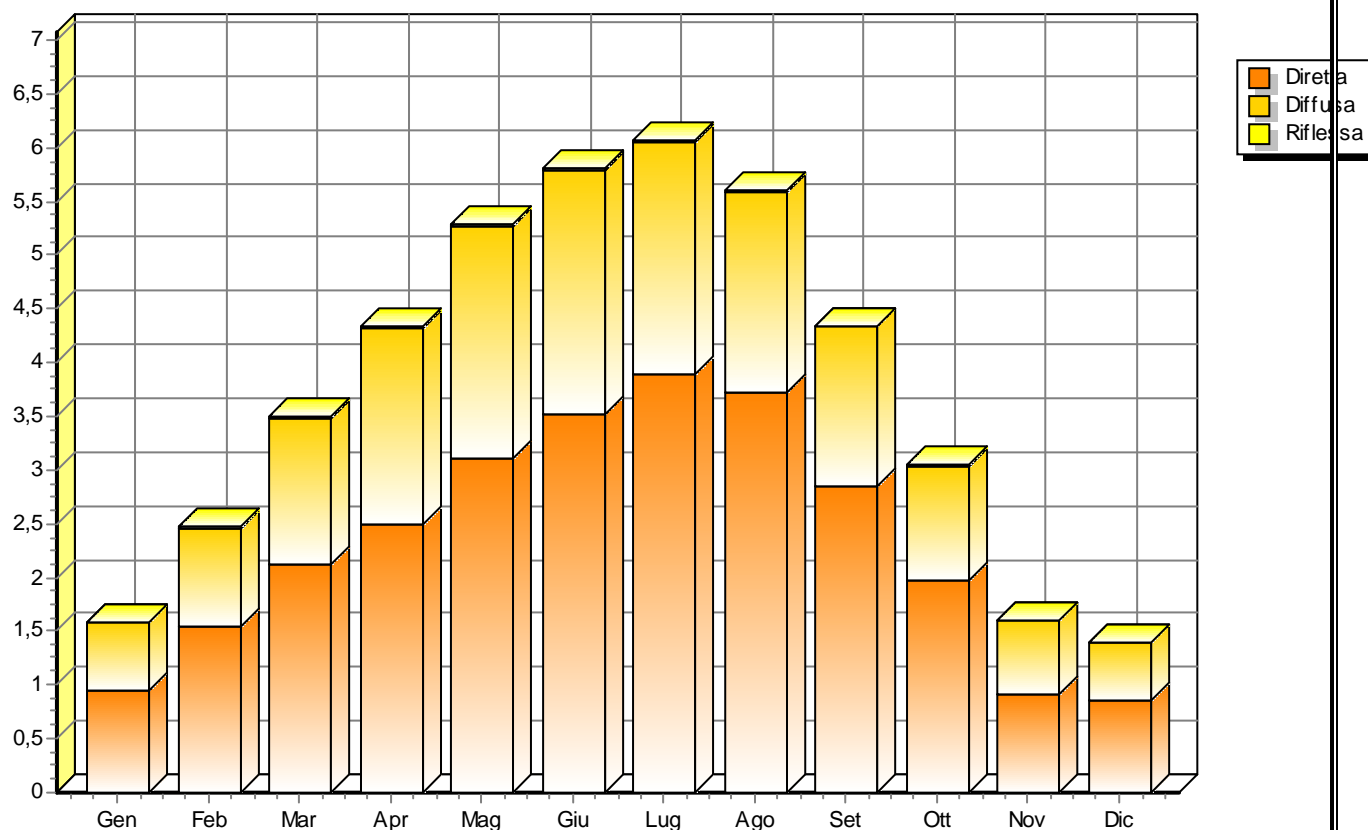


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,943	0,628	0,004	1,575	48,82
Febbraio	1,53	0,928	0,007	2,466	69,044
Marzo	2,116	1,365	0,011	3,492	108,24
Aprile	2,491	1,829	0,014	4,334	130,025
Maggio	3,101	2,157	0,018	5,276	163,557
Giugno	3,515	2,266	0,02	5,802	174,051
Luglio	3,895	2,157	0,021	6,073	188,261
Agosto	3,717	1,857	0,019	5,592	173,358
Settembre	2,85	1,474	0,014	4,338	130,142
Ottobre	1,963	1,065	0,009	3,037	94,138
Novembre	0,909	0,683	0,004	1,596	47,885
Dicembre	0,85	0,546	0,004	1,4	43,393

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti con inclinazione di 15°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Generatore

Il generatore è composto da n° 40 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero di moduli:	40
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	12000 W
Grado di efficienza:	96 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	BISOL
Sigla:	PREMIUM 300 BMO
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	300 W
Rendimento:	18,4 %
Tensione nominale:	31,6 V
Tensione a vuoto:	40,4 V
Corrente nominale:	9,5 A
Corrente di corto circuito:	9,9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	991 mm x 1649 mm
Peso:	18,5 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima \square 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	FRONIUS INTERNATIONAL
Sigla	SYMO 12.5-3M SYMO
Inseguitori	2
Ingressi per inseguitore	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	12,5 kW
Potenza massima	12,5 kW
Potenza massima per inseguitore	6,5 kW
Tensione nominale	400 V
Tensione massima	1000 V
Tensione minima per inseguitore	200 V
Tensione massima per inseguitore	800 V
Tensione nominale di uscita	400 Vac
Corrente nominale	16,5 A
Corrente massima	27 A
Corrente massima per inseguitore	16,5 A
Rendimento	0,97

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	20	20
Stringhe in parallelo	1	1
Esposizioni	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC)	632 V	632 V
Numero di moduli	20	20

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 300 \text{ W} * 40 = 12000 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	40	1.407	16.883,99

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 13693,5 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	2,6 %
Perdite per aumento di temperatura	3,5 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,0 %
Perdite per conversione	3,0 %
Perdite totali	18,9 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo FG21 se in esterno o FG7 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

❑ **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

❑ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter. E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (522,9 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (200,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (716,8 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (800,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (892,8 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (892,8 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (9,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (16,5 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (96,0%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

RIFERIMENTI NORMATIVI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI/TR 11328-1:2009 "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

3 - NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO GENERALI

Le apparecchiature, i materiali e gli impianti saranno realizzati a regola d'arte in riferimento alla Legge n°186 del 01/03/1968 e al D.M. n°37 del 22/01/2008.

Gli impianti dovranno essere conformi:

- Alle Leggi ed ai Regolamenti vigenti alla data del contratto;
- Alle Norme CEI;
- Alle prescrizioni dei VV.F e delle autorità locali;
- Alle prescrizioni ed alle indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica competente;
- Alle prescrizioni ed indicazioni della Telecom.

Principali norme di riferimento.

CEI 17-13	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione.
CEI 20-40	(1998) Guida per l'uso dei cavi a bassa tensione.
CEI 20-67	(2001) Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
CEI 23-3/1	(2004) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e EN 60898-1similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata.
CEI 23-20	(2005) Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari.
EN 60998-1	Parte 1: prescrizioni generali.
CEI 23-21	(2005) Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per uso domestico o similare.
EN 60998-2-1 separate con	Parte 2: prescrizioni particolari per dispositivi di connessione come parti Unità di serraggio di tipo a vite.
CEI 23-26 EN 60423	(1996) Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazione elettriche e filettature per tubi e accessori.
CEI 23-42	(2005) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni EN 61008-1 domestiche e similari. Parte 1: prescrizioni generali
CEI 23-44 EN 61009-1	(2006) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per Installazioni domestiche e similari. Parte 1: prescrizioni generali.
CEI 23-46 EN 50086-2-4	(1997) Sistemici canalizzazioni per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4. Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati.

- CEI 23-49 (1996) Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestiche e similari.
Parte 2: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI 23-51 (2004) Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- CEI 23-80 (2005) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
EN 61386-1 Parte 1: prescrizioni generali.
- CEI 23-81 (2011) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
EN 61386-21 Parte 21: prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori.
- CEI 23-82 (2011) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche.
EN 61386-22 Parte 22: prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori.
- CEI 23-83 (2011) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
EN 61386-23 Parte 23: prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.
- CEI 64-8 (2012) Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c.
Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.
Parte 2: definizioni.
Parte 3: caratteristiche generali
Parte 4: prescrizioni per la sicurezza
Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.
Parte 6: verifiche
Parte 7: ambienti e applicazioni particolari.
- CEI 64-50 (2016) Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri generali.
- CEI 70-1 (1997) Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
EN 60529
- CEI EN 62305-1 (2013) Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (2013) Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (2013) Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (2013) Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
- CEI 81-3 (2014) Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico

CEI 100-126 (2005) Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi e sonori.
EN 60728-11 Parte 11: prescrizioni di sicurezza.

CEI UNEL (1997) Cavi elettrici isolati con materiale termoplastico o gomma aventi grado di
35024-1 isolamento non superiore 4. Cadute di tensione.

CEI UNEL (2002) Identificazione delle anime dei cavi.
00722

UNI CEI EN (1999) Requisiti generali relativi agli organismi che gestiscono sistemi di
45011 certificazione di prodotti.

Testo integrato D.Lgs 81/08 e
del D.Lgs 106/09 : Testo unico sulla sicurezza sul lavoro.

DPR 22/10/01 n. 462: Denuncia e verifica degli impianti.

La documentazione di progetto ha lo scopo di fornire le informazioni necessarie nella forma più
semplice ed efficace possibile.

Esse deve descrivere in modo esaustivo l'impianto ed i relativi componenti, specificare le condizioni
normali di funzionamento, essere concisa ed accurata.

Deve essere di facile comprensione, semplice da utilizzare e da conservare.

La preparazione della documentazione di progetto conforme alle norme UNI e CEI facilita il compito
del progettista; in particolare si applicano le norme UNI 3973, UNI EN 3098-4, UNI 8187, UNI EN
ISO 216, UNI EN ISO 5457 e UNI EN ISO 6428 e le norme CEI, quali ad esempio:

CEI 3-14: Segni grafici per schemi. Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e
segni di uso generale.

CEI 3-15: Segni grafici per schemi. Conduttori e dispositivi di connessione.

CEI 3-16: Segni grafici per schemi. Componenti passivi.

CEI 3-18: Segni grafici per schemi. Produzione, trasformazione e conversione dell'energia
elettrica.

CEI 3-19: Segni grafici per schemi. Apparecchiature e dispositivi di comando e
protezione.

CEI 3-20: Segni grafici per schemi. Strumenti di misura, lampade e dispositivi di
segnalazione.

CEI 3-23: Segni grafici per schemi. Schemi e piani di installazione architettonici e
topografici.

CEI 3-36: (CEI EN 61082-1): Preparazione di documenti utilizzati in elettrotecnica.
Parte 1: prescrizioni generali.

CEI 3-38: (CEI EN 61082-2): Preparazione di documenti utilizzati in elettrotecnica.
Parte 2: Schemi orientati alla funzione.

CEI 3-39 (CEI EN 61082-3): Preparazione di documenti utilizzati in elettrotecnica.
Parte 3: Schemi, tabelle e liste delle connessioni.

CEI 3-42 (CEI EN 61082-4): Preparazione di documenti utilizzati in elettrotecnica.
Parte 4: Documenti di disposizione ed installazione.

Timbro e firma
