



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DEL PATRIMONIO PUBBLICO ESISTENTE E DI RECUPERO DI ALLOGGI
DI PROPRIETA' PUBBLICA PER INCREMENTARE LA DISPONIBILITA' DI ALLOGGI SOCIALI E SERVIZI
ABITATIVI PER CATEGORIE FRAGILI PER RAGIONI ECONOMICHE E SOCIALI INTERVENTI
INFRASTRUTTURALI FINALIZZATI ALLA SPERIMENTAZIONE DI MODELLI INNOVATIVI SOCIALI E ABITATIVI



LINEA 9.4.1.

C.U.P. G67J17000010006 C.I.G. ZDF2852D29

RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICIO SITO IN CATANIA C.SO INDIPENDENZA 146 PER LA
REALIZZAZIONE DI N° 21 ALLOGGI SOCIALI E SPAZI SOCIO-EDUCATIVI DI PERTINENZA

PROGETTO ESECUTIVO

(ai sensi dell'art. 23, comma 8 D.Lgs. 50/2016)

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

Relazione tecnica generale

DATA PROGETTO

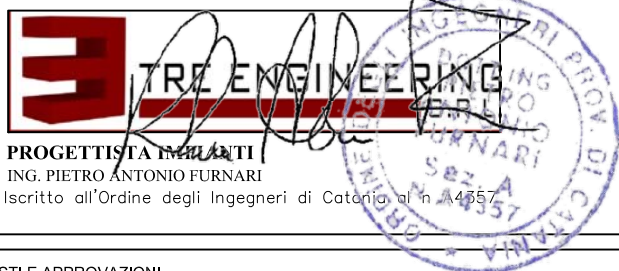
05/08/2019

FASE	OPERA	AMBITO	TIPO	N° / SIGLA	REV	SCALA
PE	G	IMP	REL	01	B	

Rev.	DATA	DESCRIZIONE	STATO
B	09/03/2020		
A	05/08/2019	EMISSIONE	Vigore



PROGETTISTA STRUTTURE C.A.
ING. SANTO TIRENDI
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Catania al n. 3802



PROGETTISTA IMPIANTI
ING. PIETRO ANTONIO FURNARI
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Catania al n. 4357

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ARCH. ILDA MARIA BARATTA
Iscritta all'Ordine degli Architetti di Catania al n. 1149

SUPP. AL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ARCH. GIUSEPPE LANZA
Iscritto all'Ordine degli Architetti di Catania al n. 542

PROGETTISTA

ING. VALERIA VADALA
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri di Catania al n. 2577

COLLABORATORE ALLA PROGETTAZIONE

GEOM. ROBERTO GRAVINA

VISTI E APPROVAZIONI

ELABORATO VERIFICATO

art. 26 D.Lgs. 50/2016

LICCIARDELLOPROGETTI S.r.l.

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	ELENCO DELLE PRINCIPALI NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO	4
3	DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO	7
4	CONSISTENZA IMPIANTISTICA	8
4.1	Potenza installata	8
4.2	Potenza impegnata.....	8
5	STRUTTURA DISTRIBUTIVA DEL SISTEMA ELETTRICO	9
5.1	Quadri elettrici in BT.....	9
6	AMBIENTI UMIDI A RISCHIO ELETTROCUZIONE	9
7	PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE.....	11
8	IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE ORDINARIA	11
8.1	Illuminazione degli interni	11
8.2	Illuminazione esterna	11
9	IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA	12
9.1	Illuminazione di sicurezza.....	12
10	SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE.....	13
11	IMPIANTI AUSILIARI	13
11.1	Impianto centralizzato di antenna TV	13
11.2	Impianto di videosorveglianza	Errore. Il segnalibro non è definito.
11.3	Impianto citofonico.....	14
11.4	Impianto di domotica per appartamento	Errore. Il segnalibro non è definito.
11.5	Impianto di telefonia - dati	14
12	IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	14
12.1	Descrizione dell'impianto.....	14
12.2	Componenti di impianto.....	15
12.2.1	Il campo fotovoltaico	15
12.2.2	Il quadro di campo	16
12.2.3	Gruppo di conversione statica	16
12.2.4	Dispositivo di interfaccia	16
12.2.5	Tipologia di condutture	16
13	IMPIANTO ASCENSORE	16
14	SPECIFICHE TECNICHE E MODALITA' DI ESECUZIONE	19
14.1	Tipologie di impianto	20
14.2	Quadri Elettrici.....	20
14.3	Cavi elettrici	22
14.4	Tubazioni	23
14.5	Canale o passerella portacavi.....	23

14.6	Scatole di derivazione	24
14.7	Protezione contro le sovratensioni	24
14.8	Distribuzione	25
14.8.1	Distribuzione ad incasso.....	25
14.8.2	Distribuzione con posa a parete.....	27
14.8.3	Distribuzione nel controsoffitto	28
14.8.4	Impianto interrato	28
14.9	Apparecchi di comando	30
14.10	Prese di corrente civili.	31
14.11	Prese di corrente industriali.....	31
14.12	Cassetta portafrutto.....	31
14.13	Torrette a scomparsa per pavimenti gettati o flottanti.....	32
14.14	Apparecchi illuminazione esterna.....	32
14.15	Illuminazione di sicurezza.....	33
14.16	Componenti impianto antenna TV.....	33
14.17	Impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici.....	33
14.18	Impianto di videosorveglianza	33
14.18.1	Telecamere di rete	33
14.18.2	NVR	34
14.19	Impianto video-citofonico	34
14.20	Impianto domotico.....	36
14.20.1	Il Bus	36
14.20.2	Unità centrale	36
14.20.3	Moduli di campo	36
14.21	Impianto di telefonia - dati	36
14.21.1	Punti rete	36
14.21.2	Patch-cord	37
14.21.3	Rete WI-FI	37
14.21.4	Collaudo e certificazione	37
14.22	Impianto Fotovoltaico.....	37
14.22.1	Modulo Fotovoltaico	37
14.22.2	Sistema di fissaggio.....	38
14.22.3	Quadri di campo per uso fotovoltaico	38
14.22.4	Canalizzazioni e passerelle portacavi	39
14.22.5	Inverter.....	39
14.22.6	Protezione di interfaccia.....	40
14.22.7	Cavi di collegamento.....	41
14.23	Livello di qualità dei materiali – Marche di riferimento	42
15	CALCOLI.....	43
15.1	Corrente di impiego	43

15.2	Protezione dai contatti diretti.	43
15.3	Protezione dai contatti indiretti.	44
15.3.1	Lato bassa tensione	44
15.4	Protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti.	44
15.5	Dimensionamento delle linee.....	45
15.6	Conduttore di neutro	48
15.7	Scelta e coordinamento delle protezioni.....	48
15.7.1	Calcolo della corrente massima di cortocircuito	49
15.7.2	Calcolo della corrente minima di cortocircuito	50
15.7.3	Verifica selettività	50
15.8	Impianto di terra.....	54
16	PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	56
16.1	Dati iniziali	56
16.1.1	Densità annua di fulmini a terra	56
16.1.2	Dati relativi alla struttura.....	56
16.1.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne	56
16.2	Definizione e caratteristiche delle zone	56
16.3	Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne	57
16.4	Valutazione dei rischi - Rischio R1: perdita di vite umane	57
16.4.1	Calcolo del rischio R1	57
16.4.2	Analisi del rischio R1	57
16.5	Scelta delle misure di protezione	58
16.6	Conclusioni	58
16.7	Appendici.....	58
16.7.1	APPENDICE 1 – Caratteristiche della linea	58
16.7.2	APPENDICE 2 - Caratteristiche della zona Z1	58
16.7.3	APPENDICE 3 - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi	59
16.7.4	APPENDICE 4 - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta	60
17	VERIFICHE.....	62
17.1	Verifiche iniziali	63
17.2	Verifiche in corso d’opera	64
17.3	Collaudi.....	64

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica ha per oggetto la progettazione degli impianti elettrici e speciali da realizzarsi all'interno del complesso immobiliare.

Si fa presente che tutte le scelte progettuali adottate sono state mirate a:

- ottimizzare la fruibilità funzionale dei luoghi con particolare attenzione alla specificità degli ambienti
- garantire la sicurezza delle persone e delle cose
- realizzare un impianto definito per settori al fine di garantirne una migliore gestione in termini di risparmio energetico
- ottimizzare le operazioni di utilizzazione e manutenzione degli impianti.

Per quanto riguarda le soluzioni impiantistiche, si è operato al fine di raggiungere i seguenti aspetti:

- Elevata qualità del servizio: intesa come l'attitudine del sistema elettrico a garantire la continuità dell'alimentazione agli utilizzatori e la bontà dell'alimentazione stessa, per cui, non perdendo di vista l'impatto economico, riguardo a tutte le utenze critiche, si opererà con ridondanze impiantistiche e soluzioni idonee alla minimizzazione dei tempi di eliminazione dei guasti;
- Espandibilità: intesa come la proprietà del sistema di poter esser adattato, modificato ed ampliato per rispondere a nuove esigenze, senza che ciò richieda modifiche sostanziali o interruzioni del servizio di durata eccessiva;
- Sicurezza: intesa come sicurezza elettrica degli impianti ma anche attitudine del sistema a ridurre la possibilità, l'estensione e la durata di eventi anormali, causa diretta o indiretta di danni, che possano essere sia materiali che in termini di sicurezza dell'utente, nonché per l'alimentazione di impianti speciali di protezione attiva (antincendio, sorveglianza, ecc.);
- Semplicità di esercizio e di manutenzione: la semplificazione passa anche dalla progettazione attraverso la realizzazione di soluzioni senza particolare complicazione circuitale e tali da rendere di immediata comprensione e lettura gli schemi distributivi. Il sistema centralizzato di gestione e controllo fornirà, in tal senso, grande aiuto nel poter controllare gli impianti descritti;
- Costi: i costi saranno ottimizzati non solo nella realizzazione ma anche nel ritorno dell'investimento attraverso soluzioni attive e/o soluzioni tali da minimizzare l'impatto energetico della struttura: anche in questo caso, il sistema di supervisione e controllo consentirà di razionalizzare in tempo reale i profili di gestione.

I materiali e le apparecchiature proposti, risponderanno alle norme del CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL esistenti. Il materiale in generale dovrà essere conforme al D. Lgs. 106/2017 – “Regolamento CPR”.

La rispondenza dei materiali alle prescrizioni di cui sopra sarà attestata dalla presenza del marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o da un contrassegno equivalente.

Il materiale elettrico dovrà, inoltre, essere conforme alle norme armonizzate rilevanti ai fini della sicurezza, ciò sarà attestato dalla presenza del marchio della Comunità europea (marcatura CE) obbligatorio in Italia dal 1997.

Il materiale elettrico dovrà essere altresì idoneo, per caratteristiche costruttive e posa, ai relativi ambienti di installazione ed avere un grado di protezione non inferiore a quello previsto dalla normativa vigente, in funzione del tasso di umidità e/o polverosità del singolo locale.

2 ELENCO DELLE PRINCIPALI NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta seguendo le indicazioni prescritte dalle norme tecniche generali, da quelle specifiche per il tipo di attività e dalle disposizioni legislative che disciplinano gli impianti elettrici, tra cui in particolare le seguenti norme, leggi e decreti:

- **Norma CEI 0-2:** “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- **Norma CEI 0-16:** Connessione degli impianti di Utente alle reti MT e AT;
- **Norma CEI 3-14:** “Segni grafici per schemi. Parte 2: elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e altri segni di uso generale”;
- **Norma CEI 3-15:** “Segni grafici per schemi. Parte 3: conduttori e dispositivi di connessione”;
- **Norma CEI 3-19:** “Segni grafici per schemi. Parte 7: apparecchiature e dispositivi di comando e protezione”;
- **Norma CEI 3-23:** “Segni grafici per schemi. Parte 11: schemi e piani d’installazione architettonici e topografici”;
- **Norma CEI 3-25:** “Segni grafici per schemi. Parte 1: generalità”;
- **CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2):** impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- **CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3):** Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- **Norma CEI 64-8:** “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua”;
- **Norma CEI 11-17:** Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo; Per i circuiti terminali è prevista la protezione addizionale mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità ($I_{dn}=30mA$).
- **Guida CEI 99-4:** Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- **Norma CEI 11-37:** Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1kV;
- **Norma CEI 16-4:** Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione. Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici;
- **Norma CEI EN 60947-2 (CEI 17-5):** “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2°: interruttori automatici”;
- **CEI EN 60947-3 (CEI 17-11):** “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3°: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili”;
- **Norma CEI 17-113 e CEI 17-114 :** “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”;
- **Norma CEI 17-70:** “Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione”;
- **Norma CEI 20-20/1:** “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1: prescrizioni generali”;
- **Norma CEI 20-22/0:** “Metodi di prova comuni per cavi elettrici in condizioni d’incendio. Prova di propagazione della fiamma. Parte 0: generalità e scopo”;
- **Norma CEI 20-22/2:** “ Prove d’incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell’incendio”;
- **Norma CEI 20-22/3:** “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio”;
- **Norma CEI 20-27:** “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione”;

- **Norma CEI 20-35:** “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d’incendio”;
- **Norma CEI 20-40:** “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”;
- **Norma CEI 20-67:** “Guida per l’uso dei cavi 0,6/1kV”;
- **Norma CEI 23-3:** “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari”;
- **Norma CEI 23-5:** “Prese a spina per usi domestici e similari”;
- **Norma CEI 23-9:** “Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte I: prescrizioni generali”;
- **Norma CEI 23-18:** “Interruttori differenziali per usi domestici e similari ed interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari”;
- **Norma CEI 23-25:** “Tubi per le installazioni elettriche. Parte 1: prescrizione generale”;
- **Norma CEI 23-32:** “Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete”;
- **Norma CEI 64-12:** Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- **Norma CEI 64-14:** “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- **Norma CEI 64-50:** “Guida per l’integrazione nell’edificio degli impianti elettrici utilizzatori, e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri generali”;
- **Norma CEI 64-56:** “Guida per l’integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per locali ad uso medico”;
- **Norma CEI EN 60529: Classificazione CEI 70-1- Fascicolo 3227 C:** “Gradi di protezione degli involucri (codice IP)”;
- **Norma CEI EN 60950 (CEI 74-2):** “Apparecchiature per la tecnologia dell’informazione – Sicurezza”;
- **Norma CEI 79-3:** “Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione”;
- **Norma CEI 79-10:** “Impianti di allarme. Impianti di sorveglianza TVCC da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza”;
- **Norma EN 62305-1 (CEI 81-10/1):** "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali";
- **Norma EN 62305-2 (CEI 81-10/2):** "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio";
- **Norma EN 62305-3 (CEI 81-10/3):** "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- **Norma EN 62305-4 (CEI 81-10/4):** "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- **Norma CEI 103-1/13:** “Impianti telefonici interni. Parte 13: “criteri di installazione e reti”;
- **Norma CEI 103-1/14:** “Impianti telefonici interni. Parte 14: “collegamento alla rete in servizio pubblico”;
- **Norma UNI EN 12464-1:**“Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni”;
- **Norma UNI 11222:** “Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo”;
- **Legge 1/3/68 n° 186:** sulla esecuzione a regola d'arte degli impianti elettrici e sulla costruzione a regola delle apparecchiature elettriche;

- **Legge 18/10/77 n°791** sulla attuazione della Direttiva del Consiglio della Comunità Europea (CEE 73/23) relativa alla garanzia di sicurezza del materiale elettrico per tensioni tra 50V e 1000V in alternata e tra 75V e 1500V in continua;
- **D.P.R. 151/2011:** " Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 -quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"
- **D.M. n. 37/08** "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge del 25/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- **D.L. 09/04/2008 n°81:** "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- **Norma UNI EN 1838;**
- **D. L. vo 28 del 03.03.2011;**
- **D. Lgs. 106/2017** - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE

Si è tenuto in debito conto, inoltre, delle disposizioni emanate dai seguenti enti territorialmente competenti:

- ENEL
- TELECOM
- INAIL (ex ISPESL)
- ASP

3 DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO

- **Tipo di intervento:** Nuovo impianto elettrico;
- **Tipo di impianto:** impianto elettrico in bassa tensione del tipo TT.
- **Punto di origine:** punto di fornitura posto in cabina di consegna con accesso diretto da suolo pubblico;
- **Sistema di fornitura:** corrente alternata trifase senza neutro in media tensione 380 V, 3F, o alimentazione monofase 220 V 1F+N, con frequenza di 50 Hz;
- **Stato del neutro:** a terra;
- **Forma d'onda:** alternata sinusoidale trifase, 50Hz;
- **Fattore di potenza globale** pari a 0,95.
- **Temperatura ambiente di installazione:** per posa interrata 20°C; per posa non interrata 30°C;
- **Grado di protezione (ambienti particolari):**

Il grado di protezione sarà adeguato alle condizioni ambientali nel punto di installazione, in particolare:

- All'esterno: non inferiore a IP55;
- Locali bagni e docce: nella Zona 0 non inferiore a IPX7, nella Zona 1 non inferiore a IPX4; nella Zona 2 non inferiore a IPX4; nella Zona 3 nessuna prescrizione;
- Servizi igienici: IP2X, purché non sia prevista la pulizia con getti d'acqua;
- Centrale tecnologica: non inferiore a IP4X (al di fuori delle zone pericolose);
- Cucina: non inferiore a IP2X (al di fuori delle zone pericolose); IPX4 per le prese a spina installate nei banchi o sui piani di lavoro che possono essere investite da liquidi o altre sostanze;
- Impianti nei mobili: non inferiore a IP2X parti attive, non inferiore a IP4X prese a spina.

4 CONSISTENZA IMPIANTISTICA

Per quanto attiene il tipo di utenze, in base alla continuità di esercizio richiesta, sono state individuate le seguenti categorie:

1. *Utenze elettriche ordinarie*: alimentate solo dall'energia elettrica proveniente da rete del distributore, e quindi soggette ad interruzione in caso di guasto di rete, o comunque ad alimentazione legata alle fluttuazioni di rete;
2. garantire una continuità del servizio ottimale anche per impianti speciali ad alta sensibilità.
3. *Utenze di sicurezza*, con una continuità di servizio richiesta più elevata ancora del servizio in continuità con alimentazione a batterie integrata.

Per ogni categoria è stata caratterizzata l'utenza secondo la seguente specifica:

Utenze di sicurezza: tra queste utenze rientrano l'illuminazione ed i servizi di sicurezza, quali l'impianto illuminazione di emergenza, antintrusione, ecc. Per queste utenze è previsto un soccorritore dedicato, che potrà essere sia di tipo centralizzato, che distribuito.

Utenze ordinarie: sono tutte le utenze che non rientrano in quanto sopra descritto.

Al fine di individuare le corrette soluzioni impiantistiche, sono state innanzitutto determinate le potenze in gioco che caratterizzano l'impianto di distribuzione forza motrice.

4.1 Potenza installata

Sulla base dei dati forniti dal committente in merito alle apparecchiature da utilizzare all'interno della struttura, ed in base al progetto architettonico posto a base dell'impiantistica, è stata stimata una potenza di installazione, intesa come potenzialità strutturata dell'impianto di:

- POD TIPOLOGICO APPARTAMENTO 6 kW 1F+N;
- POD Scala 6 kW 3F;
- POD Condominio 6 kW 3F.

4.2 Potenza impegnata

Utilizzando dei coefficienti di riduzione globale che tengano conto sia della utilizzazione che della contemporaneità dei carichi alimentati la potenza totale risulta così stimata:

- POD TIPOLOGICO APPARTAMENTO 4,5 kW 1F+N PER TIPOLOGIE A-B-D-E;
- POD TIPOLOGICO APPARTAMENTO C: 6 kW;
- POD Scala 4,5 kW 3F;
- POD Condominio 4,5 kW 3F.

5 STRUTTURA DISTRIBUTIVA DEL SISTEMA ELETTRICO

In generale, in virtù dei carichi da alimentare, è stata elaborata una struttura con POD distribuiti, ovvero per ciascuno appartamento sarà installato un POD così come per le singole utenze “scale” e l’utenza condominio che coprirà anche gli spazi esterni. Tutti i contatori andranno alloggiati entro vano condominiale appositamente individuato ove verranno anche installati i Quadri di Protezione del Montante tra il contatore e le singole utenze.

Per ogni POD sarà prevista anche l’ “AUTOPRODUZIONE”: consisterà, di fatto, nella sola produzione da energia solare tramite conversione fotovoltaica. Tale sistema, installato sopra l’ultima copertura degli edifici, andrà a servire il POD di riferimento, e sarà comunque in modalità Grid Connected

5.1 Quadri elettrici in BT

La distribuzione, che avverrà per come riportato nella premessa di questo capitolo, troverà espressione della sua funzionalità nei quadri elettrici di distribuzione in bassa tensione.

Per garantire la massima sezionabilità, facilità d’uso e funzionalità, sono state previste quattro famiglie di quadri:

- 1) ***Quadri di protezione montante:*** serviranno a proteggere le partenze, le discese e le risalite generali, ovvero principalmente i percorsi in passerella e le derivazioni;
- 2) ***Quadri di appartamento/zona – quadri di locale:*** serviranno per offrire protezione e sezionamento entro i locali che ospiteranno tali quadri;

I quadri elettrici saranno ubicati, per quanto possibile, all'interno di locali dedicati, in posizione protetta dall'incendio e/o con esiguo carico d'incendio. Sarà evitato, quando possibile, di collocarli in zone esposte alla manovra da parte di personale non autorizzato.

6 AMBIENTI UMIDI A RISCHIO ELETTROCUZIONE

Secondo la Norma CEI 64-8 sez. 701, i locali bagno e doccia possono essere classificati, in funzione della loro pericolosità, in quattro zone 0,1,2,3. Questo affinché sia possibile ridurre al minimo possibile il rischio di elettrocuzione, lasciando inalterate le funzionalità di base necessarie per l’ambiente bagno.

Zona 0

Corrisponde alla zona entro il volume della vasca o al piatto doccia; nella zona 0 è vietato qualsiasi tipologia di impianto elettrico al fine di eliminare qualsiasi rischio di elettrocuzione;

Zona 1

Corrisponde al volume che si estende in verticale a partire dalla superficie della zona 0 fino a 2,25 m di altezza; Sono ammessi esclusivamente apparecchi utilizzatori che non si alimentino tramite prese a spina, ma con connessioni dirette (scaldacqua, vasche da bagno idromassaggio conformi CE e con

collegamento equipotenziale) e protetti con interruttori differenziali non superiori a 30mA ed apparecchi SELV.

Zona 2

Corrisponde al volume immediatamente successivo alla zona 1 per una larghezza pari a 0.6 m; Sono ammessi apparecchi utilizzatori come per la zona 1 ed apparecchi di illuminazione.

Zona3

Corrisponde al volume immediatamente successivo alla zona 2 per una larghezza pari a 2.4 m, ed anche in questo caso fino ad una altezza di 2.25 m: non sono ammesse limitazioni all'impianto elettrico installabile, purché sia protetto tramite interruttore differenziale da 30 mA.

7 PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE

Per il progetto illuminotecnico si fa riferimento alla normativa UNI 12464-1 “Luce e illuminazione – illuminazione di luoghi di lavoro in ambienti interni”, che fornisce i valori di illuminamento medio mantenuto, di indice UGR (abbagliamento) e di resa cromatica per ciascuna tipologia di luogo di lavoro.

Tali livelli sono riferiti ad un ipotetico piano di lavoro, ove valutare il compito visivo, posto a 0.85 m dal pavimento, eccetto che per le zone di circolazione ed i corridoi per i quali tali livelli sono riferiti al pavimento.

La stessa norma descrive anche i livelli di illuminamento per le aree immediatamente circostanti all’area del compito visivo, per come descritti nella tabella seguente:

Illuminamenti dell’area del compito visivo	Illuminamenti minimi dell’area circostante
750	500
500	300
≤200	200
	Livello conforme
Uniformità (E_{min}/E_{med}) 0,7	Uniformità (E _{min} /E _{med}) 0,5

8 IMPIANTO D’ILLUMINAZIONE ORDINARIA

8.1 Illuminazione degli interni

Per la progettazione illuminotecnica si è tenuto conto quanto trascritto al precedente capitolo sulle prescrizioni illuminotecniche.

Gli apparecchi illuminanti sono stati previsti in numero e di potenza sufficiente a garantire le prestazioni illuminotecniche richieste.

L’area del compito visivo è costituita da tutto il locale tranne una striscia marginale di 0,5 m (sistema di illuminazione generale).

8.2 Illuminazione esterna

E’ previsto un impianto d’illuminazione per i viali e per i parcheggi all’esterno del complesso.

L’impianto stradale prevede la realizzazione di punti luce su palo, interdistanza non superiore 25 m, completi di apparecchi illuminanti con emissione verso il basso (cut-off), con ottica di tipo stradale ad ampia apertura laterale.

Tutti i corpi illuminamento prevedranno lampade a basso consumo energetico o a LED secondo quanto disposto con normativa regionale l. 17 del 27/03/2000, e l. 38 del 21/12/2004.

9 IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'impianto di illuminazione di emergenza comprenderà:

- ***l'illuminazione di sicurezza***, ovvero l'illuminazione attiva in caso di mancanza rete per garantire la sicurezza delle persone.;

9.1 Illuminazione di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza comprenderà:

- illuminazione di sicurezza antipanico, da utilizzare in tutti quei luoghi con elevata densità di affollamento;
- illuminazione di sicurezza per l'esodo, deve permettere alle persone presenti di riconoscere le uscite di sicurezza e di percorrere la via di esodo in modo sicuro per consentire l'evacuazione del locale;
- illuminazione di sicurezza per le attività ad alto rischio, da utilizzare in assenza di illuminazione ordinaria quando si lavora con sostanze pericolose oppure in presenza di organi in movimento.

Tutte le unità abitative saranno provviste di illuminazione di sicurezza. In particolare, sono previste le seguenti tipologie di impianto:

- per la segnalazione delle uscite di sicurezza, un impianto di tipo localizzato con apparecchi illuminanti del tipo SA/SE, alimentati da sorgente autonoma integrata nel corpo illuminante;

Le sorgenti luminose saranno del tipo a LED con evidenti vantaggi in termini di frequenza della manutenzione, durata di vita e consumi per gli apparecchi di tipo SA.

Risulta essere particolarmente importante garantire un buon livello di illuminamento nei punti critici del percorso, come i dislivelli, i cambi di direzione, eventuali ostacoli.

Gli apparecchi suddetti dovranno, inoltre, essere del tipo a doppio isolamento con custodia in materiale plastico autoestinguente e con batterie aventi autonomia minima 1 ora, tempo di ricarica: 12h. Il grado di protezione richiesto dovrà essere almeno IP 40.

10 SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

In conformità alla normativa CEI 64-8, al fine di evitare barriere architettoniche, sarà necessario installare tutte le apparecchiature terminali degli impianti elettrici e speciali ad altezza tale da soddisfare le prescrizioni sia della guida CEI 64-50 che il D.M. 236/89.

I comandi dei punti luce nelle zone comuni dovranno essere installati ad un'altezza non superiore ai 110 cm dal pavimento rendendoli accessibili alla generalità del pubblico e facilmente individuabili anche ad illuminazione nulla. A tal fine è previsto che tutti gli apparecchi in questione siano provvisti di lampada di localizzazione.

Nei servizi igienici comuni sono stati previsti i seguenti dispositivi:

- un pulsante/interruttore di allarme a tirante posizionato nei pressi della tazza WC, in modo da rendere possibili chiamate di emergenza in casi di necessità;

11 IMPIANTI AUSILIARI

Gli impianti ausiliari dovranno essere separati da quelli di energia; per questo i canali metallici per la distribuzione principale dovranno essere dotati di setti separatori e le tubazioni sotto muratura e le scatole dovranno essere distinte e dedicate. Ad ogni piano e in ogni camera sono presenti cassette di derivazione e smistamento degli impianti Televisivo, Telefonico/dati, Diffusione sonora, Allarme antintrusione. Le cassette di derivazione saranno a quattro servizi corredate di targhetta che identifichi ciascuno dei servizi TD = trasmissione dati, TV = televisione AL = allarme antintrusione, F=Rivelazione Fumi;

11.1 Impianto centralizzato di antenna TV

L'impianto televisivo centralizzato sarà conforme alla Norma EN 50083. Il sistema sarà idoneo alla ricezione terrestre digitale e satellitare.

Il sistema di ricezione TV sarà costituito dai seguenti elementi:

- sistema di ricezione satellitare costituito da antenna parabolica, LNB universale 4 uscite tipo HD, eventuale supporto doppio fuoco;
- sistema di ricezione terrestre costituito da antenne TV terrestri;

Una volta recepito il segnale, si passerà agli organi di distribuzione, ed in particolare:

- alla centrale di testa, del tipo tradizionale, capace di miscelare i segnali TV digitale + TV SAT e comprensiva di alimentatore
- all'armadio per centralino di antenna
- alla successiva rete di distribuzione.

La rete di distribuzione prevista è del tipo tradizionale comprendente, cioè, derivatori, partitori, cavo coassiale con calza di rame stagnata, prese d'utenza TV terminali a 75 OHM.

La rete di distribuzione dovrà essere eseguita con un montante verticale e collettori orizzontali ubicati negli spazi comuni con derivazioni in orizzontale. La distribuzione all'interno delle camere sarà effettuata a partire dalla cassetta di derivazione principale di alloggio a quattro servizi (impianti

speciali) mediante tubazioni portacavi flessibili in materiale plastico del tipo pesante (resistenza allo schiacciamento superiore a 750 N), autoestinguenti, installati sottotraccia a pavimento di diametro non inferiore a 25mm.

Le antenne saranno montate su palo telescopico autoportante saldamente ancorato alla struttura portante dell'edificio.

In prossimità delle prese TV è prevista una presa trasmissione dati come predisposizione ad eventuali servizi per Pay-TV.

Può essere valutata, in accordo con la Direzione dei Lavori, la sostituzione della rete di distribuzione tradizionale con rete IP. In tal caso, la centrale di testa dovrà essere dotata di convertitore di segnale su rete IP, e la distribuzione avverrà su rete LAN con organi attivi (switch, router, ecc.) dedicati alla rete TV. Per le prescrizioni per la distribuzione su IP vale quanto al capitolo seguente per la rete strutturata.

11.2 Impianto citofonico

E' previsto un impianto citofonico che consente la comunicazione fonica con la persona che utilizza il posto esterno. Il sistema citofonico sarà del tipo bus digitale con sistema bifilare e composto nella sua accezione generale da: posto esterno con tastiera multiutente, posto interno in ciascuno appartamento, alimentatore citofonico e cassette di derivazione.

11.3 Impianto di telefonia - dati

L'impianto prevede una realizzazione tale da uniformare, sia per la parte fisica, sia per quella funzionale, le due reti: telefonica e di trasmissione dati, secondo i dettami del "Cablaggio Strutturato d'Edificio".

L'impianto prevede le vie cavi dall'esterno dell'edificio fino a ciascuna "prima presa" di appartamento. Sarà previsto un punto "modem" al quale sarà collegata la "prima presa" telefonica, ovvero l'ingresso telefonico all'appartamento. Dal punto "modem" si dipartiranno le successive prese costituenti l'impianto interno (in parallelo tra loro) ed i cavi che alimenteranno i punti dati. Tutto l'impianto interno sarà realizzato con cavi in categoria 6 di tipo UTP a 4 coppie intrecciate, in accordo con le specifiche EIA/TIA 568A. Tutte le prese saranno del tipo RJ45. Questa configurazione consentirà agevolmente di poter commutare le prese di derivazione da telefoniche a dati.

12 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

12.1 Descrizione dell'impianto

A servizio della struttura sarà previsto impianto di generazione ausiliaria del tipo solare, mediante pannelli fotovoltaici connessi alla rete in modalità GRID-CONNECTED.

Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato in conformità alla Legge 10/91 e s.m.i. nonché al D.G.R. 3878 della Regione Lombardia.

Per tale struttura è stato previsto un impianto di potenzialità P individuata dalla seguente formula:

$$P = S / K$$

dove

S = superficie in pianta dell'edificio

K = 60, così come definito dal D.Lgs 28/2011

La superficie in pianta è pari a circa 1800 mq.

Nonostante la potenzialità prevista per la struttura rappresenti una piccola percentuale di assolvimento al compito energetico, la superficie di alloggiamento ottimale dei pannelli non permette comunque di poter puntare in modo consistente su tale forma di energia rinnovabile.

I pannelli, del tipo in silicio mono o policristallino, saranno alloggiati sulla copertura dell'edificio dove troveranno posto anche i sistemi di conversione dell'energia prodotta da continua ad alternata (Inverter) nonché i quadri di campo contenuti all'interno dell'inverter stesso.

La distribuzione avverrà tramite passerella per quanto concerne i percorsi delle montanti Inverter-stringa ed a vista per le interconnessioni modulo-modulo.

I cavi da utilizzare saranno del tipo conforme alla normativa di settore per l'impiego particolare.

Dalla copertura, verrà poi effettuata una calata della dorsale principale fino al Quadro condominiale dove avverrà lo scambio lato bassa tensione tramite Dispositivo di Interfaccia.

12.2 Componenti di impianto.

Sinteticamente l'impianto FV sarà composto dai seguenti elementi:

- Il campo fotovoltaico ed il sistema di fissaggio;
- Il Quadro di Campo;
- L'impianto di conversione CC/CA (Inverter);
- Il dispositivo di Interfaccia;

12.2.1 Il campo fotovoltaico

I pannelli, da installarsi per come individuati in termini di inclinazione ed azimuth, andranno fissati alla struttura mediante delle staffe pre-assemblate di forma triangolare regolabile.

E' necessario rispettare le distanze individuate nella tavola al fine di ottimizzare il rapporto di produzione/copertura ed evitare mutui ombreggiamenti tra i pannelli, oltre il rispetto di quanto previsto dalla nota prot. 1324 del 07/02/2012, secondo la quale, onde prevenire difficoltà nell'evacuazione dei fumi, l'installazione dei pannelli, delle condutture, inverter, ecc., avverrà a distanza non inferiore ad 1 metro da eventuali EFC.

12.2.2 Il quadro di campo

E' previsto un unico quadro di campo, installato in prossimità degli inverter, in posizione baricentrica rispetto alla distribuzione geometrica dei pannelli, ove convoglieranno le dorsali di stringa. La presenza del quadro di campo è subordinata alla possibilità di utilizzare direttamente l'inverter come sezionamento e protezione, con possibilità di protezione dalle sovratensione.

12.2.3 Gruppo di conversione statica

Il gruppo di conversione statica sarà composto da tre inverter in formazione 12+12+10 kW di conversione, da utilizzare con un fattore minimo del 97%.

Gli inverter saranno adatti per l'installazione da esterno e saranno del tipo equipaggiati di trasformatore di isolamento a bordo, a basse perdite.

12.2.4 Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia, accoppiato con il sistema di protezione di interfaccia verrà installato entro quadro Condominiale. Il dispositivo sarà in grado di interrompere l'immissione in rete dell'energia proveniente dalla fonte fotovoltaica, nel caso in cui vengano disallineati i parametri di riferimento tra la rete e il campo FV.

12.2.5 Tipologia di condutture

Il tipo di conduttura in cavo, installati per il collegamento dei quadri elettrici, degli inverter e dei pannelli fotovoltaici, sarà scelta in base al particolare tipo di posa, alle esigenze di assorbimento e con riferimento alla normativa in vigore CEI 2022 riguardante i cavi per energia.

Le tipologie di condutture in cavo utilizzate nella struttura in oggetto saranno le seguenti:

- Cablaggio interno dei quadri elettrici: conduttori in rame isolati in materiale termoplastico PVC in materiale termoplastico PVC tensione nominale 450/750 V, tensione di prova a frequenza industriale 3KV, non propagante l'incendio a norme CEI 2022, tipo FS17.
- Linee di collegamento inverter e quadri elettrici lato BT c.a.: conduttori in rame isolati in elastomerico reticolato di qualità G7, sotto guaina di termoplastico, tensione nominale 0,6/1 KV, tensione di prova 4KV non propagante l'incendio a norme CEI 20-22 tipo FG16(O)R.
- Linee di collegamento tra pannelli fotovoltaici e inverter Lato c.c.: conduttori in rame isolati in gomma EPR, sotto guaina pesante di policloroprene, tensione nominale 450/750 KV, tensione di prova 4kV non propagante l'incendio a norme CEI tipo H1Z2Z2-K.

13 IMPIANTO ASCENSORE

Riferimenti normativi

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

Guida CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici

utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati
UNI EN 81/1 + (81/1 FA 1-89): Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e montacarichi.

Ascensori elettrici.

UNI EN 81/2 + (81/2 FA 1-94): Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e montacarichi. Ascensori idraulici.

Direttiva 95/16/CE: direttiva 95/16/ce del parlamento europeo e del consiglio del 29 giugno 1995 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli ascensori

DPR 30/04/99 n. 162: Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

DM 8/3/85: direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzioni incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n.818

Costituzione dell'impianto elettrico

L'impianto di un ascensore è costituito da:

- Quadro generale
- Quadro locale macchine
- Impianto FM elevatore
- Impianto illuminazione elevatore
- Impianto illuminazione vano corsa
- Impianto illuminazione locale macchinario
- Circuito prese a spina

Prescrizioni per l'impianto elettrico

L'alimentazione del circuito di illuminazione (e di prese) della cabina, del vano di corsa del locale di macchinario e del locale pulegge, deve essere indipendente dall'alimentazione del macchinario, sia mediante un altro circuito, sia mediante connessione al circuito che alimenta il macchinario a monte del circuito generale.

La corrente di impiego per gli ascensori può essere fissata a seconda del tipo:

- per gli ascensori elettrici da 1,5 a 1,8 volte la corrente nominale (di targa) del motore;
- per gli ascensori idraulici è sufficiente considerare I_b di valore compreso tra I_n e $1,2 I_n$.

In genere la corrente di impiego di un ascensore è specificata dal suo costruttore.

All'interno del locale macchinario (nei pressi dell'accesso) deve essere installato un quadro contenente le protezioni dalle sovracorrenti dei circuiti costituenti l'impianto ascensore.

Per la scelta del dispositivo di protezione dalle sovracorrenti della linea forza motrice, bisogna tenere conto della corrente di spunto dei motori che vale $3 \div 5 I_n$ del motore, quindi un interruttore con curva caratteristica C risulta adatto.

Per ciascun ascensore può essere previsto un interruttore generale del circuito F.M. (a posizione stabile

di apertura e chiusura) il quale non deve assolutamente interrompere i seguenti circuiti:

- di illuminazione e ed eventuale ventilazione;
- prese di corrente;
- dispositivi di allarme.

Un interruttore deve permettere di interrompere l'alimentazione dei circuiti:

- luce vano corsa e locale macchinario;
- prese a spina;
- Illuminazione cabina.

L'illuminazione locale macchinario deve essere fissa.

Nel locale cabina devono essere utilizzate almeno due lampade ad incandescenza collegate in parallelo (nel caso venga utilizzata questa fonte di illuminazione).

La protezione dai contatti diretti deve essere fornita tramite involucri con un livello di IP2X.

Le connessioni, i morsetti di collegamento e i connettori devono trovarsi in involucri appositamente previsti.

Più conduttori sottoposti a diverse tensioni e posati in una stessa canalizzazione devono essere isolati per la tensione più elevata presente.

L'alimentazione delle prese deve essere garantita da prese 2P+PE nei seguenti luoghi:

- tetto della cabina
- locale macchinario
- zona pulegge

I circuiti di comando e sicurezza non devono funzionare a tensione maggiore di 250V (valore medio in continua o efficace in alternata)

Deve essere previsto un alimentatore di emergenza a caricamento automatico in grado di sopperire per un'ora l'illuminazione ordinaria, alimentando almeno una lampada della potenza di 1W.

La sezione dei conduttori elettrici di sicurezza delle porte deve essere di $0,75 \text{ mm}^2$.

L'eventuale installazione di condensatori deve essere effettuata tramite connessione a monte del circuito generale del circuito forza motrice.

Ogni ascensore deve avere un impianto di allarme

Deve essere prevista un interruttore di emergenza nel caso l'ascensore sia installato in edifici civili con altezza di gronda superiore a 24 m, aventi corsa sopra il piano terra superiore a 20 m (in servizio privato) o in edifici industriali.

Livelli minimi di illuminamento

- in prossimità della porta di piano 50 lux (a livello del pavimento)
- in cabina 50 lux (a suolo e sui comandi)

- locale macchinario 200 lux (a livello del pavimento)

Livelli medi di illuminamento

- Ascensori: 150 lux.
- Corridoi: 100 lux.
- Scale: 150 lux.
- Rampe: 150 lux.
- Sale di attesa: 200 lux.

14 SPECIFICHE TECNICHE E MODALITA' DI ESECUZIONE

Le derivazioni per l'alimentazione di più apparecchi utilizzatori dovranno essere realizzate all'esterno degli apparecchi stessi in apposite cassette di derivazione; si esclude la derivazione tra centri luminosi senza transitare attraverso una scatola di derivazione; nel caso di soffitti in laterocemento la cassetta di derivazione dovrà essere posta a parete, salvo diversa indicazione. E' consentito il cavallotto tra le prese e gli interruttori di una stessa scatola (deviatori, ecc.) solo se questi frutti sono predisposti allo scopo. E' vietata la derivazione tra due scatole portafrutto poste sulla stessa parete ma su facciate opposte. Le cassette di transito sono obbligatorie su tracciati comprendenti curve, in modo che tra due cassette di transito non si riscontri mai più di una curva o comunque curve con angoli $>90^\circ$. Nei tratti in rettilineo le cassette di transito sono comunque obbligatorie almeno ogni 10 m. Per ogni locale deve essere prevista una cassetta di derivazione posta lungo la dorsale salvo il caso di locali adiacenti o affacciati, nel qual caso si potrà utilizzare un'unica cassetta di derivazione. Ogni cassetta di derivazione dovrà essere dedicata ad un solo circuito. Il posizionamento degli apparecchi di comando e delle prese dovrà rispettare le seguenti quote, salvo diversa indicazione nei disegni o nei paragrafi precedenti:

APPARECCHIATURE ELETTRICHE	ALTEZZA DAL PAVIMENTO O DAL PIANO DI CALPESTIO ALL'ASSE DELLA CASSETTA (cm)	DISTANZA DALLE PORTE DELL'ASSE DELLA CASSETTA (cm)
CENTRALINI DI LOCALE	160	
INTERRUTTORI E PULSANTI IN GENERE	90	20
PRESE IN GENERE	30 (45*)	20
PRESE PER ASCIUGAMANI ELETTRICI NEI SERVIZI	130÷140	

PRESE PER SCALDACQUA ELETTRICI NEI SERVIZI	>250	
PULSANTE A TIRANTE (SOPRA VASCA O DOCCIA)	>250	
PRESE DI ALIMENTAZIONE TELECAMERE, MONITOR, ECC.	>225	
TERMOSTATI IN GENERE	150÷160	20
CITOFONI	140	

*Prescrizioni particolari per disabili

14.1 Tipologie di impianto

IMPIANTI SOTTOTRACCIA

Nell'esecuzione incassata, a parete o a pavimento, i vari punti di utilizzazione sono realizzati con:

- tubazioni in PVC tipo medio, flessibile o rigido, secondo quanto specificato nella parte II del presente elaborato e nelle tavole grafiche;
- cassette in resina autoestinguente e antifurto;
- conduttori del tipo specificato nella parte II del presente elaborato e nelle tavole grafiche, con le sezioni indicate negli articoli precedenti

IMPIANTI "IN VISTA" DI TIPO ISOLANTE

Nell'esecuzione "in vista" di tipo isolante, i vari punti di utilizzazione sono realizzati con:

- tubazioni in PVC tipo medio rigido, ovvero di tipo molto pesante filettabile, secondo quanto specificato nella parte II del presente elaborato e nelle tavole grafiche;
- raccordi ad innesto o filettati e accessori vari per conseguire il grado di protezione richiesto nella parte II del presente elaborato e nelle tavole grafiche;
- cassette in PVC autoestinguente
- conduttori del tipo specificato nella parte II del presente elaborato e nelle tavole grafiche, con le sezioni indicate negli articoli precedenti;
- canaline in PVC autoestinguente (ove necessario);
- guaina flessibile in PVC plastificato per il raccordo agli apparecchi utilizzatori.

14.2 Quadri Elettrici

I quadri elettrici saranno realizzati nel rispetto delle norme CEI 17-13, classificati come ANS, sottoposti alle verifiche e alle prove previste, e accompagnati dalla Dichiarazione di Conformità alla norma stessa e dovranno recare la marcatura CE.

Essi saranno del tipo a parete, ad eccezione dei centralini e dei quadri di appartamento, in materiale metallico, oppure ad armadio autoportante in lamiera zincata con struttura in acciaio, e grado di protezione non inferiore a IP40. Il grado di protezione da involucro chiuso sarà non inferiore a IP40 e comunque non inferiore a quello minimo previsto per l'ambiente in cui è installato.

I quadri dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- struttura portante in profilati metallici;
- rivestimento esterno in lamiera spessore min. 20/10 mm;
- trattamento antiruggine con verniciatura con resine epossidiche;
- parti metalliche protette contro le ossidazioni e verniciate, parti non verniciate in materiale non ossidabile e resa tale con cadmiatura e cromatura;
- chiusura di fondo con lamiera da 25/10 mm con rinforzi per il fissaggio a pavimento;
- possibilità di ingresso ed uscita cavi sia dall'alto che dal basso;
- barre in rame elettrolitico a spigoli arrotondati fissate con particolari in vetro poliestere GP03, dimensionate per sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute al cortocircuito indicate sugli schemi elettrici;
- uscita delle linee da morsettiera, in cui saranno accessibili soltanto i morsetti a valle dell'interruttore cui la linea si riferisce;
- barra colletttrice di terra sezione minima 100mm (CU 20x5mm) e comunque, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione in arrivo;
- materiali isolanti dei componenti elettrici non igroscopici, resistenti all'invecchiamento e non propaganti la fiamma;
- parti in tensione a quadro aperto protette con schermi o cuffie in policarbonato autoestinguente per garantire un livello minimo di protezione (IP20);
- golfari di sollevamento.

Tutti i conduttori di cablaggio nonché quelli dei cavi in partenza saranno contrassegnati secondo la tabella UNEL 00612. I cavi facenti capo agli interruttori saranno dotati di capicorda crimpati.

I quadri saranno identificati mediante la siglatura assegnata dal progetto, siglatura riportata su una targa di identificazione, chiaramente visibile, indelebile, che conterrà i dati anagrafici del costruttore e le caratteristiche elettriche maggiormente caratterizzanti, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 17-13. Sugli schemi e tabelle allegate sono indicati i tipi di interruttori previsti, le relative tarature dei relè termici e magnetici, le correnti di c.to-c.to calcolate all'inizio e al termine di ciascuna linea, e la corrente di guasto a terra, per la verifica dell'idoneità degli interruttori alla protezione contro i contatti indiretti.

Conterranno le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione delle singole linee in partenza per la protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, consentiranno inoltre, di staccare immediatamente l'alimentazione mediante l'azionamento dell'interruttore generale di quadro in caso di emergenza e di parzializzare l'alimentazione dell'impianto per la normale manutenzione.

I circuiti verranno protetti singolarmente con interruttori automatici.

Sul fronte dei pannelli ed all'interno del quadro devono essere disposti cartelli o targhette che diano una

chiara indicazione della funzione dei diversi elementi e delle posizioni di aperto e chiuso degli interruttori; le identificazioni dei componenti possono essere costituite da lettere o cifre o simboli riportati sugli schemi elettrici di assieme e di montaggio.

Tutti i quadri elettrici saranno completati da targhette per l'identificazione dei circuiti e dal relativo schema elettrico e saranno dotati di cartelli monitori secondo la normativa vigente.

In alcuni quadri, dovranno essere inseriti, oltre ai dispositivi di protezione, anche i dispositivi di comando di alcuni circuiti (illuminazione corridoi, ecc.).

Alla consegna degli impianti la Ditta esecutrice dei quadri dovrà corredare gli stessi con una copia aggiornata degli schemi (posta in apposita tasca interna), sia dei circuiti principali che di quelli ausiliari.

Su tale copia dovranno comparire tutte le stesse indicazioni (sigle, marcature, ecc.) che sono riportate sul quadro.

Per quanto possibile tutte le apparecchiature installate nei quadri dovranno essere prodotte dalla stessa casa costruttrice.

14.3 Cavi elettrici

I cavi dovranno possedere un isolamento adeguato alla tensione del sistema elettrico e idoneo al tipo di posa. In particolare, poiché la struttura è soggetta anche al controllo di prevenzione incendi, è necessario installare comunque cavi a bassa emissione di fumi tossici e non propaganti fiamma ed anche incendio se installati su passerella entro corridoi.

Per la realizzazione dell'impianto all'interno dell'edificio, si potranno dunque utilizzare:

- Cavi unipolari non propaganti l'incendio, (CEI 20-22 II) e non propaganti la fiamma (CEI 20-35), isolati in PVC e recanti la sigla FS17 posati in tubazione termoplastica autoestinguente sottotraccia per le diramazioni terminali (frutti) nelle zone a basso affollamento;
- Cavi multipolari o unipolari con guaina, non propaganti l'incendio, (CEI 20-22 II) e non propaganti la fiamma (CEI 20-35), e recanti la sigla F167OR 0,6/1kV o FG16R 0,6/1kV, FG100M1 installati su passerella entro controsoffitto;

Per la realizzazione dell'impianto all'esterno:

- Cavi multipolari o unipolari con guaina, non propaganti l'incendio (CEI 20-22 II) e non propaganti la fiamma (CEI 20-35), e recanti la sigla FG16OR 0,6/1kV, FG7R 0,6/1kV;
- Cavi multipolari o unipolari con guaina, non propaganti l'incendio (CEI 20-22 II) e non propaganti la fiamma (CEI 20-35), e recanti la sigla FG16OR 0,6/1kV, FG16R 0,6/1kV posati a parete in tubazione isolante rigida in PVC a vista.

La colorazione dei singoli conduttori dovrà essere la seguente:

- **giallo-verde** per il conduttore di protezione;
- **blu chiaro** per il neutro;
- **marrone, grigio, nero** per le singole fasi.

I conduttori a semplice isolamento appartenenti a sistemi elettrici differenti saranno posati in

tubazioni separate.

Dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni di utilizzo della normativa “CPR”.

14.4 Tubazioni

Nella scelta del diametro del tubo da utilizzare, occorre tener presente che il diametro interno del tubo deve essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi.

Il diametro minimo previsto per tutti i tubi, sarà di 16 mm, i raggi di curvatura, in relazione al diametro, saranno tali da non formare strozzature che danneggerebbero la sfilabilità dei cavi, essi comunque non saranno inferiori a 10 diametri.

Tutte le tubazioni in materiale isolante, avranno il certificato di prova di infiammabilità con filo incandescente 850°C e rispondente alle norme CEI 20-37 II parte, come indicato nelle modalità di posa di condutture alla sezione 751 delle norme CEI 64-8/7. Più precisamente saranno impiegati:

- **Tubi portacavi flessibili in materiale plastico**, del tipo pesante (resistenza allo schiacciamento superiore a 750 N), autoestinguenti, installati sottotraccia a parete o a soffitto, in senso orizzontale o verticale al pavimento, intervallando l’installazione con cassette rompitratta.
- **Tubi portacavi rigidi in materiale plastico**, del tipo medio (resistenza allo schiacciamento superiore a 750 N), autoestinguenti, installati esternamente su parete o a soffitto. L’attestatura fra tubo e scatola, sarà esclusivamente a mezzo di bocchettoni o mediante l’interposizione di scatole di sfilaggio con bocchettoni maschio e femmina.
- **Canalina portacavi in materiale plastico**, autoestinguente, installata esternamente su parete o a soffitto.

I tubi protettivi sotto traccia, a parete, avranno andamento orizzontale o verticale (o parallelo ad uno degli spigoli della parete) come richiesto dalla norma CEI 64-8, affinché la conduttura elettrica sia facilmente individuabile da chi debba eseguire un foro nella parete.

14.5 Canale o passerella portacavi

Verrà montato con gli appositi pezzi speciali bullonati e mensole o sospensioni di analoghe caratteristiche, sarà in lamiera zincata, conforme alla norma CEI 23-32 e recherà il marchio IMQ e CE.

Al suo interno non dovranno realizzarsi spigoli taglienti gambi di bulloni o quant’altro possa danneggiare i cavi durante e dopo la loro posa che saranno ordinati e fascettati ad intervalli regolari e comunque in prossimità dei cambi di direzione o di quota.

Secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 il numero dei cavi consentirà un ingombro non superiore al 50% della sezione utile della passerella.

Nei canali non verranno effettuate giunzioni di alcun tipo. Le derivazioni e le giunzioni dei conduttori saranno, infatti, effettuate esclusivamente entro scatole di derivazione.

Gli staffaggi di canali e passerelle dovranno rispettare il passo minimo di 2,5 [m] e dovranno inoltre essere controventate nella direzione ortogonale e longitudinale al proprio tracciato per evitare oscillazioni indesiderate in caso di sisma nei punti di cambio direzione e di prossimità dei giunti strutturali.

14.6 Scatole di derivazione

Di forma rettangolare, in materiale plastico antiurto, complete di coperchio infrangibile fissato con viti e rimovibile solo mediante l'uso di un attrezzo, saranno adeguatamente dimensionate per contenere i terminali dei cavi con i relativi collegamenti che dovranno realizzarsi a mezzo di idonei **morsetti volanti a cappuccio isolante**. I dispositivi di connessione non devono lasciare parti conduttrici scoperte. Le connessioni dovranno essere accessibili per manutenzione, ispezione e prove. Non vi saranno connessioni nei tubi e saranno il più possibile evitate entro le scatole portafrutto.

E' consigliabile che connessioni e cavi posati all'interno delle scatole non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Le scatole di derivazione saranno installate ogni qualvolta sussista la necessità di derivazione e smistamento dei conduttori rompitratta; in quest'ultimo caso, i conduttori saranno passanti e senza interruzione. Esse dovranno essere installate a non meno di 30 cm dal pavimento.

È ammesso l'entra-esce sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa o di un apparecchio per alimentare un altro apparecchio, purché esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare. Le tipologie di scatole di derivazione da impiegare dovranno essere comprese tra quelle seguenti:

All'interno dell'edificio;

- **da incasso in materiale autoestinguente** nei locali con pareti in muratura, con impianto sottotraccia, avranno coperchio in materiale autoestinguente fissato a quattro o più viti;
- **da esterno IP 40 in materiale autoestinguente** per la realizzazione degli impianti a vista.

All'esterno dell'edificio

- **da incasso in materiale autoestinguente** nei locali con pareti in muratura, con impianto sottotraccia, avranno coperchio completo di guarnizione e di materiale autoestinguente fissato a quattro o più viti per realizzare il grado di protezione IP55;
- **da esterno IP 55 in materiale autoestinguente** per la realizzazione degli impianti a vista.

Per l'impiego da esterno il raccordo scatola tubo dovrà essere realizzato con appositi accessori, in grado di garantire il grado di protezione (IP) minimo richiesto.

14.7 Protezione contro le sovratensioni

Riferimenti normativi

CEI EN 61643-11 (CEI 37-8): Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove

Caratteristiche generali

Apparecchi modulari adatti alla protezione contro le sovratensioni per linee di energia e trasmissione dati. Dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

Scaricatori di sovratensione per linee di energia TIPO 1+2

- Tensione nominale 230/440V;
- Capacità max. di scarica (con curva di prova 8/20□s) da 65 a 100kA;
- Capacità max. di scarica (con curva di prova 10/350□s) da 12,5 a 25kA;
- Cartuccia estraibile;
- Ingombro max da 2 a 8 moduli EN 50022.

Scaricatori di sovratensione per linee di energia TIPO 2

- Tensione nominale 230/440V;
- Capacità max. di scarica (con curva di prova 8/20□s) da 20 a 40kA;
- Cartuccia estraibile;
- Ingombro max da 1 a 4 moduli EN 50022.

Scaricatori di sovratensione per impianti fotovoltaici

- Tensione nominale 600/1000V dc;
- Capacità max. di scarica (con curva di prova 8/20□s) 40kA;
- Cartuccia estraibile;
- Ingombro max 3 moduli EN 50022.

Scaricatori di sovratensione per linee telefoniche e trasmissione dati

- Tensione nominale 50V;
- Capacità max. di scarica min. (con curva di prova 8/20□s) 10kA;
- Ingombro max. 1 modulo EN 50022.

14.8 Distribuzione

14.8.1 Distribuzione ad incasso

Riferimenti normativi

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
- CEI 64-50 + (V1): Edilizia residenziale Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-2 (CEI 23-55): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 2-

2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

Prescrizioni per distribuzione con tubi ad incasso

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

A ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotte. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Generalmente si raccomanda che:

- la distanza tra due scanalature sia di 1,50m;
- le scanalature siano effettuate ad una distanza di 20cm dall'intersezione di due pareti.

Distribuzione con tubi ad incasso per strutture prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni della norma CEI 23-55.

Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

Impianti a pavimento

Generalmente sono considerati idonei i tubi rispondenti alla Norma CEI EN 50086-1 di tipo resistente allo schiacciamento.

Dopo la posa dei tubi bisogna realizzare una protezione adeguata in modo da evitare possibili danneggiamenti.

14.8.2 Distribuzione con posa a parete

Riferimenti normativi

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
 - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-1 (CEI 23-54): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
 - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

La distribuzione con tubi rigidi a parete dovrà essere realizzata utilizzando prodotti rispondenti alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-1 ed a marchio IMQ, completi di accessori quali collari, giunzioni, scatole di derivazione, raccordi ecc.

Il grado di protezione dovrà arrivare all'IP65 ed il sistema dovrà essere completo di giunzioni ad innesto rapido.

Il sistema di montaggio, la distanza di fissaggio dei supporti ed il corretto utilizzo degli accessori dovrà essere indicato dal costruttore.

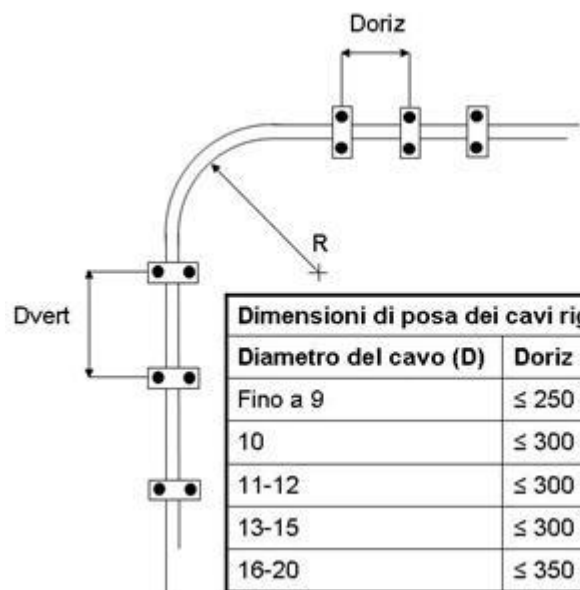
Distribuzione con canali e passerelle portacavi

La distribuzione con canali e passerelle portacavi dovrà essere realizzata utilizzando prodotti che abbiano una gamma completa entro la quale poter scegliere:

- passerelle in PVC;
- passerelle in filo d'acciaio saldato;
- passerelle in acciaio galvanizzato con nervature trasversali;
- passerelle a traversini;
- canali chiusi;

completi di tutti gli accessori di montaggio, distribuzione e coperchi.

Il sistema di montaggio, la distanza di fissaggio dei supporti ed il corretto utilizzo degli accessori dovrà essere indicato dal costruttore.



Diametro del cavo (D)	Doriz	Dvert	(1) R	(2)
Fino a 9	≤ 250	≤ 400	≥ 4D	≥ 2D
10	≤ 300	≤ 400	≥ 4D	≥ 2D
11-12	≤ 300	≤ 400	≥ 6D	≥ 4D
13-15	≤ 300	≤ 400	≥ 6D	≥ 4D
16-20	≤ 350	≤ 450	≥ 6D	≥ 4D

14.8.3 Distribuzione nel controsoffitto

Riferimenti normativi

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

Prescrizioni per l'impianto

La distribuzione dei cavi può essere effettuata tramite:

- tubi;
- canali;
- passerelle (se i cavi sono dotati di guaina);
- posa diretta sul controsoffitto (se i cavi sono dotati di guaina).

Le condutture e gli apparecchi di illuminazione installati devono essere protetti contro i contatti indiretti.

I controsoffitti metallici non devono generalmente essere collegati a terra.

14.8.4 Impianto interrato

Riferimenti normativi

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

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica

Prescrizioni per l'impianto elettrico

Per ragioni di affidabilità in relazione all'importanza del servizio ed alle condizioni di posa dei cavi è generalmente necessario utilizzare cavi aventi $U_0/U = 0,6/1\text{kV}$ (con guaina protettiva).

Il raggio minimo di curvatura dei cavi dipendono dal tipo di struttura del cavo (se non diversamente specificato) e possono avere valori compresi tra 12□30 volte il diametro del cavo stesso (o nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior sezione).

Lo schermo metallico dei cavi MT deve essere collegato a terra almeno alle estremità di ogni collegamento.

Può essere collegata a terra una sola estremità se vengono soddisfatte le seguenti condizioni:

- i collegamenti devono essere di lunghezza $\leq 1\text{ km}$;
- i punti di interruzione dei rivestimenti metallici del cavo accessibili siano protetti da eventuali tensioni pericolose di contatto (CEI 11-1);
- la massima tensione totale dell'impianto di terra a cui può essere soggetto il cavo sia sopportabile dalla guaina non metallica del cavo stesso.

Se il cavo ha più rivestimenti metallici, essi devono essere collegati in parallelo (eccetto cavi per circuiti di misura o segnalazione).

Cavi interrati

Condizioni minime di posa:

	Guaina protettiva	Armatura metallica	Minime profondità di posa
Senza protezione meccanica supplementare	X	X (2)	0,5m (1)
Con protezione meccanica supplementare: lastra piana	X		0,5m
Con protezione meccanica supplementare: tegolo	X		0,5m

(1) In circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche.

(2) Rivestimento metallico adatto come protezione contro i contatti diretti (CEI 11-17 art 2.3.11 e 3.3.01).

Cavi posati in manufatti interrati

Condizioni minime di posa:

	Guaina protettiva	Armatura metallica	Minime profondità di posa
Cavi in condotti (1)			Nessuna prescritta
Cavi in tubo interrato (1)			Nessuna prescritta
Cavi in cunicolo interrato (1)			Nessuna prescritta

(1) I componenti e i manufatti adottati per tale protezione devono essere progettati per sopportare le possibili sollecitazioni (carichi statici, attrezzi manuali di scavo)

Note:

È consigliabile la segnalazione dei percorsi interrati dei cavi tramite nastri monitori posati nel terreno a non meno di 0,2m al di sopra dei cavi.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Nei cavi in tubo o in condotto il rapporto tra il diametro interno del tubo (o condotto) e il diametro del cavo (o fascio di cavi) deve essere $> 1,4$.

Per l'inserimento dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate e apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette verrà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare, con i seguenti limiti:

- ogni 30 m circa se in rettilineo;
- ogni 15 m circa se con interposta una curva.

Le tubazioni devono fare capo a pozzetti di ispezione e di inserimento con fondo perdente di adeguate dimensioni, per permettere un agevole accesso; i pozzetti devono essere dotati di robusti chiusini, specie se in aree carrabili.

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

Per evitare pericolosi fenomeni di condensa nei quadri, o nelle cassette, quando vengono allacciati con tubazioni interrate, è buona norma eseguire tamponamenti con materiali idonei nei punti di innesto.

Le parti metalliche delle canalizzazioni sono generalmente da collegare a terra (a meno dei casi descritti nella norma CEI 11-17).

Conessioni

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 auto-agglomeranti e vernici isolanti, tubi isolanti termo-restringenti (CEI 20-28).

14.9 Apparecchi di comando

Gli apparecchi di comando previsti, tutti con marchio IMQ o equivalente, saranno del tipo a frutti modulari componibili fissati su supporti entro scatole in materiale termoplastico.

Gli interruttori unipolari di comando circuiti luce, o prese, vengono inseriti sul conduttore di fase, per migliorare la sicurezza dell'utente che intervenga sul circuito a valle senza aprire l'interruttore generale.

Potranno essere installati, in sostituzione degli interruttori unipolari, laddove si ritiene opportuno, dei pulsanti unipolari con accensione a relè, sia del tipo unipolare che del tipo a commutazione.

Saranno previsti circuiti di comando a rivelazione di presenza, in particolar modo nei corridoi e nei bagni comuni, in modo da conseguire un più elevato risparmio energetico.

Tali sistemi, saranno comunque del tipo temporizzato.

14.10 Prese di corrente civili.

Le prese di corrente potranno essere sia del tipo P17/11, ovvero bipasso a poli allineati 2P+T che del tipo universali P30, idonee ad accogliere sia le spine a poli allineati che le spine tonde, standard tedesco.



Presa P17/11 (bipasso 10/16A)



Presa tipo P30.

14.11 Prese di corrente industriali.

Sono previste prese ad uso industriale (tipo CEE) per alimentare eventuali apparecchi dotati di questo tipo di spina, in particolar modo nei locali cucina, ristorante e sala giochi.

Le prese di tipo industriale potranno essere sia monofase a 3 poli, che trifase sia in configurazione a 4 poli (3F+T) che pentapolare (3F+N+T).

14.12 Cassetta portafrutto.

Per installare gli interruttori per comandi funzionali, le prese di corrente e le prese per trasmissioni di dati e segnali verranno utilizzate le cassette portafrutto comunemente in commercio, a 3, 4 e 7 posti.



Cassetta portafrutto a 3 posti da incasso.

14.13 Torrette a scomparsa per pavimenti gettati o flottanti

Le torrette a scomparsa dovranno avere capienza 10 o 20 moduli, dotate di coperchio cavo o con finitura inox, completabili con frutti della serie civile. I supporti per il montaggio dei frutti sono predisposti per l'inserimento di setti separatori mobili (prelievo energia/dati). Il coperchio è rimovibile e installabile indifferentemente sui due lati opposti della torretta;

Casseforme in metallo da 10 o 20 moduli, adatte per la posa in pavimenti gettati;

Kit di installazione per dispositivi da guida DIN (max 2 moduli): comprende la guida DIN da fissare sulla parete delle torrette e il supporto plastico di copertura.

14.14 Apparecchi illuminazione esterna.

Le derivazioni alle lampade saranno realizzate direttamente all'interno dei portelli a base palo, mentre per le derivazioni in pozzetto saranno utilizzate muffole in gomma preformata tipo "a click", riempita di gel isolante, complete di morsetto di giunzione, con cavo FG7OR in formazione 3G2,5 mmq.

Le linee saranno posate in cavidotto interrato da realizzarsi tramite tubazione in PVC autoestinguente, serie media, schiacciamento superiore a 450 N, flessibile a doppia parete, diametro 110/125 mm, fornita e posta in opera su scavo predisposto, ad una profondità minima di circa 50 cm dal piano stradale.

I pali stradali metallici ad alta resistenza alla corrosione saranno corredati di guaina termorestringente per la protezione anticorrosiva nella zona di incastro in fondazione. Detti pali saranno infissi in plinti di fondazione in CLS, e bloccati tramite sabbia costipata e collare di chiusura in malta cementizia alto circa 10cm. Il palo sarà provvisto di asola, chiusa da portello in pressofusione con serratura a chiave triangolare, contenente portafusibili, fusibili e morsettiera per cavi tetrapolari fino a 25mmq e derivazione alla lampada fino a 2,5mmq. I pali saranno conformi alla Norma europea EN 40.

Tutti i corpi esterni dovranno avere grado di protezione minimo IP66, adatto per l'installazione esterna.

Per le strade di scorrimento verrà adottata la categoria illuminotecnica applicabile per le strade urbane ($\leq 30\text{km/h}$) come da tabelle UNI EN 13201-2, mentre per i percorsi pedonali e l'illuminazione esterna dell'edificio verrà applicata la normativa UNI EN 12464-2.

Gli apparecchi illuminanti da utilizzare dovranno essere del tipo conforme alle prescrizioni della Regione Lombardia, Leggi 17 del 27/03/2000 e 38 del 21/12/2004.

14.15 Illuminazione di sicurezza

Gli apparecchi suddetti dovranno, inoltre, essere del tipo a doppio isolamento con custodia in materiale plastico autoestinguente e con batterie aventi autonomia minima 1 ora, tempo di ricarica:12h. Il grado di protezione richiesto dovrà essere almeno IP 40.

14.16 Componenti impianto antenna TV

La rete di distribuzione dovrà essere eseguita con un montante verticale e collettori orizzontali ubicati negli spazi comuni con derivazioni in orizzontale. La distribuzione all'interno delle camere sarà effettuata a partire dalla cassetta di derivazione principale di alloggio a quattro servizi (impianti speciali) mediante tubazioni portacavi flessibili in materiale plastico del tipo pesante (resistenza allo schiacciamento superiore a 750 N), autoestinguenti, installati sottotraccia a pavimento di diametro non inferiore a 25mm.

Le antenne saranno montate su palo telescopico autoportante saldamente ancorato alla struttura portante dell'edificio.

In prossimità delle prese TV è prevista una presa trasmissione dati come predisposizione ad eventuali servizi per Pay-TV.

14.17 Impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici

Gli impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici, saranno previsti in centrale tecnologica e nei locali tecnici di piano atti ad ospitare gli impianti di condizionamento e/o idraulici: tutte le macchine saranno dotate di sezionatore a bordo macchina in conformità alle direttive CE (direttiva macchine) e saranno dotate di dispositivi ad intelligenza distribuita (azionamenti, inverter, ecc...) tali da svolgere la funzionalità di protezione e controllo. Tali impianti, pertanto, sono previsti in questa fase esclusivamente come alimentazione elettrica in quanto i dispositivi di azionamento, controllo e protezione dovranno essere provvisti a corredo degli impianti meccanici.

14.18 Impianto di videosorveglianza

All'interno si utilizzeranno telecamere con obiettivi di tipo varifocal (autoiris), funzione day&night, risoluzione minima HD. All'esterno saranno installate, invece, telecamere collocate in custodie di protezione per la collocazione all'aperto IP66, funzione day&night, risoluzione HD con brandeggio proporzionale controllabile da remoto.

I segnali saranno inviati ad una consolle di registrazione che provvede a trattarli in modo opportuno, in funzione delle necessità specifiche.

I segnali delle telecamere sono predisposti per essere memorizzati mediante tre dispositivi di registrazione digitale real-time a 16 ingressi analogici, compressione video H.264 che prelevano singole immagini ("lapse-time") e le registrano su un supporto digitale ("hard disk") che le conserva per un tempo determinato, dopo il quale nuove immagini vengono sovrapposte a quelle registrate.

Di seguito si evidenziano alcune peculiarità minime dei costituenti di impianto:

14.18.1 Telecamere di rete

Caratteristiche minime delle telecamere di rete:

- NVM Plus incluso
- Sensore: 1/3" SONY Super HAD
- Risoluzione di codifica (registrazione): 704x576 (4CIF), 528x384 (DCIF), 704x288 (2CIF), 352x288 (CIF), 176x144 (QCIF)
- Velocità di codifica (registrazione): 25fps (704x576), 25fps (528x384), 25fps (704x288), 25fps (352x288), 25fps (176x144)
- Sensibilità: 0.2 Lux @ F 1.2
- Ottica: attacco C/CS
- Alimentazione: 12Vcc, PoE (Power over Ethernet)

14.18.2 NVR

Caratteristiche minime dei sistemi di videoregistrazione:

16-channel embedded NVR,

1U case,

HDMI/VGA.

480FPS Recording and Display @1080P.

Embedded POE ports for 8 cameras (Max: 72W)+ external 8 port PoE hub.

Storage 4TB

14.19 Impianto video-citofonico

L'impianto videocitofonico dovrà essere del tipo a due fili.

Il sistema sarà composto da:

- **Videocitofono** 3,5" Due Fili per controllo e comando, completo di supporto per installazione in scatole 8 moduli. Il videocitofono sarà provvisto di microfono e altoparlante incorporati, 4 tasti a sfioramento per funzioni videocitofoniche (comunicazione, ausiliaria, apriporta e luce scale), 4 pulsanti a sfioramento per navigazione, selezione ed impostazione delle funzioni videocitofoniche. Sulla parte posteriore del dispositivo sono presenti 8 morsetti (ingressi e uscite) attraverso i quali vengono effettuate tutte le connessioni dal e al videocitofono (lato montante), connettore PINSTRIP per il collegamento con interfaccia art. 692I/U per PC e software EVCom, connettore per aggiornamento software ;

CARATTERISTICHE

- Display: LCD con risoluzione 3.5", 320x240 pixel, 24 bit per pixel video.
- Tensione nominale di alimentazione: BUS 30V DC
- Assorbimento: - Videocitofono in stand-by 60mA - Videocitofono in comunicazione video 175mA
- Morsetti: - Alimentazione 1, 2 (30V DC) - Alimentazione per suoneria/relé supplementare - Comando per suoneria/relé supplementare - Linee digitali Bus - Alimentazione supplementare (+28 V DC) - Pulsante fuori porta NO (funzione campanello) - Riferimento di massa per Pulsante fuori porta N.O.

- Tasti videocitofonici (A, B, C e D) retroilluminati con led blu.
- Videocitofoni con segreto di conversazione
- Intercomunicante audio tra posti interni all'interno della stessa isola galvanica.
- Tono di chiamata differenziato per targa, fuoriporta e intercomunicante
- Collegamento di suonerie supplementari in parallelo al citofono o videocitofono
- Classe ambientale: Classe A1
- Temperatura di funzionamento: 0°C / +40 °C (uso interno)
- Installazione su scatola da incasso 8 moduli V71318 • L'articolo 5721/D* è dotato di funzione per portatori di apparecchi acustici.
- Connessione a PC

REGOLE DI INSTALLAZIONE L'installazione deve essere effettuata con l'osservanza delle disposizioni regolanti l'installazione del materiale elettrico in vigore nel paese dove i prodotti sono installati. Si consiglia di installare il dispositivo ad un'altezza di circa 160 cm dal pavimento facendo attenzione a non esporlo a fonti dirette di illuminazione in modo da evitare fastidiosi fenomeni di riflessione sulla superficie dello schermo LCD.

CONFORMITÀ NORMATIVA Direttiva EMC Norme EN 61000-6-1, EN 61000-6-3;

- **Alimentatore per videocitofonia** Due Fili con uscita 28 Vdc, alimentazione 110-240 V~ 50/60 Hz, installazione su guida DIN (60715 TH35), occupa 8 moduli da 17,5 mm

CARATTERISTICHE

- Alimentazione: 110 - 240 Vac
- Consumo massimo 110 V 1 A
- Consumo massimo 240V 0,6A
- Potenza dissipata 15 W
- Tensione di uscita BUS (1/2, B1/B2) 28 Vdc nominali (SELV - EN60950-1).
- Corrente max erogata: 1,6 A (1 A continuo + 0,6 A INT. con ciclo 30 s ON - 180 s OFF).
- Temperatura di funzionamento -5 °C +35 °C (da interno)
- 8 moduli 17,5 mm dimensioni 140x115x65 mm
- installazione su centralini dotati di guida DIN (60715 TH35) o parete con viti e tasselli in dotazione.

REGOLE DI INSTALLAZIONE

L'installazione deve essere effettuata in osservanza delle disposizioni regolanti l'installazione del materiale elettrico in vigore nel paese dove i prodotti sono installati. Garantire delle distanze minime attorno all'apparecchio in modo che vi sia una sufficiente ventilazione. In caso di utilizzo all'interno di un centralino chiuso, utilizzare un centralino da 12 moduli 17,5 mm. L'apparecchio non deve essere sottoposto a stillicidio o a spruzzi d'acqua. Attenzione: Per evitare di ferirsi, l'apparecchio deve essere assicurato alla parete secondo quanto indicato nel presente documento. A monte dell'alimentatore, deve essere installato un interruttore di tipo bipolare facilmente accessibile con separazione tra i contatti di almeno 3 mm.

Conformità normativa Direttiva BT Direttiva EMC Norme EN60065, EN61000-6-1, EN61000-6-3

- **Posto Esterno Unità elettronica** Due Fili per targa audio e video a colori, con obiettivo fisso 3,7 mm e brandeggio manuale orizzontale/verticale e 1 pulsante incorporato come secondo pulsante di chiamata, da utilizzare negli impianti Due Fili con placca in alluminio anodizzato

14.20 Impianto domotico

I componenti del sistema saranno:

- bus ;
- l'unità centrale ;
- moduli di campo;

14.20.1 Il Bus

Il BUS è composto da 2 che portano l'alimentazione ai moduli del sistema, e due, per la trasmissione dei dati: sarà possibile utilizzare solamente due conduttori che tramite modulazione di frequenza assolvono entrambi i compiti.

Il BUS è basato sullo standard qualitativo dei BUS civili ed è implementato per garantire la massima affidabilità di funzionamento nelle applicazioni di Building Automation. Esso permette di raggiungere grandi distanze senza necessità di amplificazione.

14.20.2 Unità centrale

L'hardware permetterà la supervisione e la gestione di tutte le camere e zone comuni, la visualizzazione e modifica su pagina grafica di tutti i dati principali dell'impianto, la creazione di tessere di tipo transponder, con diversi privilegi di accesso alle strutture, log dei transiti, memorizzazione dei dati di arrivo e partenza degli occupanti, funzioni di ricerca, importazione progetti, ed in generale tutte le operazioni di supervisione, gestione e modifica dei parametri necessari per una migliore gestione della struttura compresa la possibilità di interfacciarsi con regolatori degli impianti di riscaldamento, condizionamento e refrigerazione.

14.20.3 Moduli di campo

I moduli di campo, o moduli periferici, rappresenteranno il sistema di acquisizione delle informazioni desiderate e fungeranno, dunque sia da sensore che da trasduttore di grandezze rilevate.

14.21 Impianto di telefonia - dati

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche dei componenti costituenti l'impianto:

14.21.1 Punti rete

Dovrà essere fornito e posato, all'interno delle canalizzazioni, un cavo tipo (es.Reichle & De-Massari FTP o similari) categoria 6, a 4 coppie intrecciate, per ogni punto presa; saranno realizzati n. 2 punti presa per ogni postazione di lavoro prevista.

Ogni cavo sarà attestato, nell'armadio di permutazione, ad una presa di un Patch-Panel. Alla postazione di lavoro ogni cavo sarà attestato ad un connettore RJ45 categoria 6, alloggiato in una scatola tipo 503.

14.21.2 Patch-cord

Dovranno essere fornite delle patch-cord cat. 6 per le permutazioni dati all'interno dell'armadio. Dovranno, altresì, essere fornite delle patch-cord cat. 6 da 1m per le permutazioni telefoniche all'interno dell'armadio; le patch-cord cat. 6 telefoniche dovranno essere di colore diverso dalle patch-cord cat. 6 per i dati.

Le permutazioni telefoniche, con plug RJ45/RJ11, per il collegamento dei telefoni alle prese a muro saranno realizzate con patch-cord cat. 3.

Ognuna delle patch-cord sopra indicate dovrà essere fornita in numero pari a quello delle postazioni di lavoro, aumentato del 20%.

14.21.3 Rete WI-FI

All'interno dei controsoffitti in posizione segnalata nelle piante allegate, dovranno essere previsti dei punti di predisposizione per l'installazione di punti di ripetizione WI-FI. Tali punti saranno costituiti da un punto di cablaggio strutturato, da attestare al patch-panel e da un punto di alimentazione elettrica, del tipo 2P+T.

14.21.4 Collaudo e certificazione

Ogni punto presa realizzato dovrà essere collaudato con apposita apparecchiatura in grado di effettuare i test di "Permanent Link", per verificarne la congruenza con i requisiti delle raccomandazioni 568A.

Al termine dell'installazione dovrà essere rilasciata la relativa Certificazione dell'impianto.

14.22 Impianto Fotovoltaico

14.22.1 Modulo Fotovoltaico

Di seguito si elencano le caratteristiche minime dei pannelli fotovoltaici da porre in uso:

Dimensioni tipiche: 1670mm × 1000mm × 32mm (cornice inclusa) 16 mm

Cella: policristallina

Scatola di giunzione: 77mm × 90mm × 15,8mm

Protezione: IP67, con diodi di bypass

Cavo solare: 4 mm²

Connettore: Tyco MC4, IP68

Performance minime in condizioni standard:

Potenza al MPP: 255 W

Corrente corto circuito: 9.07 A

Tensione a vuoto: 37.54 V

Corrente al MPP: 8.45 A

Tensione al MPP 30.18 V

Efficienza: > 15.3 %

Performance minime in condizioni operative NOC

Potenza al MPP: 188.3 W

Corrente corto circuito: 7.31 A

Tensione a vuoto: 34.95 V

Corrente al MPP: 6.61 A

Tensione al MPP: 28.48 V

14.22.2 Sistema di fissaggio

Il sistema di fissaggio per pannello fotovoltaico sarà del tipo pre-assemblato in alluminio AW 6063/6060 T66 secondo EN 755-2:2013, preforato per il collegamento bullonato dei pannelli mediante ausilio di apposite staffe di collegamento. L'ancoraggio del sistema potrà avvenire, in accordo alla D.L. mediante sistema di zavorramento o mediante l'utilizzo di barre filettate con ripristino della coibentazione.

14.22.3 Quadri di campo per uso fotovoltaico

I quadri lato Corrente continua, qualora non prevista la possibilità di utilizzo degli inverter quale sezionamento e protezione, dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

I quadri in questione conterranno le apparecchiature di manovra e protezione, a norme CEI 23-3 o CEI 17-5, compreso apposita morsettiera per alloggio conduttori equipotenziali della struttura in oggetto per il collegamento con il conduttore di protezione generale dell'impianto.

Inoltre i quadri elettrici di Bassa Tensione, di cui sopra basati su involucri a norma CEI 17-113, dovranno essere Certificati dal costruttore dello stesso secondo quanto richiesto dalla norma CEI 17-113. I quadri elettrici avranno:

- Targa d'identificazione: con nome o marchio di fabbrica del costruttore, tipo numero o altro mezzo d'identificazione, marcatura visibile, leggibile e indelebile;
- Dichiarazione di conformità CE e fascicolo tecnico -dichiarazione di conformità secondo CEI 17-113 ;
- Schemi elettrici con siglatura dei circuiti e dei componenti;
- disposizioni di sicurezza, avvertenze;

14.22.4 Canalizzazioni e passerelle portacavi

Tutte le condutture di bassa tensione saranno realizzate con canalizzazioni o con passerelle portacavi a norme: CEI 23-54 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche”. CEI 23-31 “Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi”.

I tubi e i condotti saranno realizzati in: Tubo rigido in PVC, per tutti i percorsi in vista che non presentino pericolo di danneggiamento meccanico; Tubo rigido in metallo zincato o passerella metallica zincata o verniciata, per tutti i percorsi in vista che presentino pericolo di danneggiamento meccanico; Tubo flessibile in PVC serie pesante, per tutti i percorsi sottotraccia a parete o a pavimento protetti con scudo di malta; Guaina flessibile in PVC, per tutti i percorsi non lineari a vista per il raccordo di cassette, quadri elettrici o utenze elettriche; Guaina flessibile armata, per tutti i percorsi non lineari a vista per il raccordo di cassette, quadri elettrici o utenze elettriche ove vi sia la presenza di pericoli di danneggiamento meccanico; Il diametro delle tubazioni non dovrà essere mai inferiore a 1,3 volte quello del cerchio circoscritto ai cavi in esso contenuti, con un minimo di 16mmq, in conformità alle Norme CEI. La sezione dei canali portacavi occupata dai cavi non dovrà eccedere il 50% della sezione totale del canale stesso. Dovranno essere utilizzati tutti gli accessori necessari per il mantenimento del grado di protezione (CEI 701) richiesto per il tipo di ambiente d’installazione.

14.22.5 Inverter

Gli inverter da utilizzare possiederanno i seguenti dati minimi:

LATO CC

Potenza nominale CC 10590 W

Gamma di tensione MPP 230 500V

Gamma tensioni di entrata max. (con 1000 W/m², 10° C) 600 V

Corrente di entrata max. 46,0 A

LATO CA

Potenza nominale CA 10000 VA

Potenza di uscita max. 10000 VA

Grado di efficacia max. 95,9 %

Grado di efficacia Euro 95,4 %

Grado di efficacia adattamento MPP > 99.9 %

Tensione/Frequenza di rete 50 Hz / 60 Hz

Collegamento alla rete 3~NPE 400 V / 230 V

Fattore di distorsione < 3.0 %

Fattore di potenza 0.85 1

ind./cap.

Consumo proprio notturno < 1 W

DATI GENERALI

IP IP 54**

Concezione inverter Trasformatore AF

Raffreddamento Ventilazione regolata

Corpo esterno in interni ed esterni

Gamma temperatura ambiente Da 20° C a +50°C

Umidità dell'aria consentita Da 0 % a 95 %

DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Misurazione dell'isolamento CC Avviso con RISO<500k Ohm

Comportamento sovraccarico Spostamento del punto di lavoro, limitazione della potenza

Sezionatore CC Integrato

14.22.6 Protezione di interfaccia

I sistemi di protezione di interfaccia (SPI) PMVF 20 e PMVF 50 sono stati progettati secondo la norma CEI 0-16, e sono impiegati nel caso di connessione di un sistema di generazione locale in parallelo alla rete di media tensione. In conformità alla CEI 0-16 si è scelto di dotare l'impianto di protezioni di interfaccia dal lato bassa tensione. I controlli riguardano limiti sulla tensione e sulla frequenza. SPI deve intervenire diseccitando un'uscita a relè per effettuare lo sgancio del dispositivo di interfaccia (DDI) nel caso almeno uno tra tensione e frequenza risulti al di fuori dei limiti consentiti. PMVF 20 e PMVF 50 sono equipaggiati con 4 ingressi con le seguenti funzioni:

- feedback stato del DDI
- segnale esterno per selezione frequenza (guasto alla rete di comunicazione)
- comando locale per selezione frequenza
- telescatto (apertura forzata del DDI indipendentemente dai valori di tensione e frequenza).

Inoltre, sono presenti 2 uscite a relè per:

- apertura e chiusura DDI
- apertura dispositivo di rinalzo (uscita programmabile: ritentiva normalmente eccitata, ritentiva normalmente diseccitata o impulsiva regolabile).

Il comando per il dispositivo di rinalzo è obbligatorio per impianti superiori a 20kW ed è costituito da un segnale ritardato di 0.5s rispetto al comando di apertura del DDI, inviato solo se il DDI fallisce il sezionamento. Il PMVF 50 ha disponibile due uscite a relè aggiuntive (opzionale per PMVF 20 - vedi pag. 4) per:

- segnale indipendente in caso di squilibrio di potenza (LSP)
- allarme programmabile.

Caratteristiche di impiego

- tensione ausiliaria: • 100...400VAC/110...250VDC
- ingressi voltmetrici: • 400VAC (connessione trifase) • 230VAC (connessione monofase)
- uscite a relè 250VAC 5A (AC1) / 30VDC 5°

- 4 ingressi digitali
- ingressi amperometrici (per misure opzionali): tramite TA /5A o /1A selezionabile
- supporto moduli di comunicazione per aggiunta di porte di comunicazione (USB, RS232, RS485, Ethernet)

14.22.7 Cavi di collegamento

I cavi da utilizzare lato CC (per i cavi lato CA si faccia riferimento alle specifiche generiche per i conduttori in c.a.) saranno del tipo:

Norma di riferimento

CEI 20-91 febbraio 2010; V1 ottobre 2010 e V2 marzo 2013

Conduttore Flessibile rame stagnato secondo CEI 20-29 classe 5

Isolante HEPR - tipo G21

Identificazione anima: isolata

Colore naturale

Guaina Mescola elastomerica reticolata senza alogeni tipo M21

Colori della guaina

Nero, rosso

Marcatura FG21M21 - 1 x sez. mm2 anno

IEMMEQU

Progettati per l'impiego e l'interconnessione dei vari elementi in impianti fotovoltaici per la produzione di energia, possono essere installati sia all'interno che all'esterno in posa fissa o mobile (non gravosa), senza protezione.

Posa possibile anche in canaline e tubazioni in vista o incassate. Adatti anche per posa direttamente interrata o in tubi interrati secondo le prescrizioni della norma CEI 11-17.

14.23 Livello di qualità dei materiali – Marche di riferimento

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente, e dall'insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle Norme di Legge, del CEI e delle tabelle UNEL. L'Impresa dovrà fornire materiali corredati di marchio CEI (laddove sia previsto) o di Marchio Italiano di Qualità (in quanto esista per la categoria di materiale considerata). I marchi riconosciuti in ambito CEE saranno considerati equivalenti ai corrispondenti marchi CEI e IMQ. Qualora nel corso dei lavori la normativa tecnica fosse oggetto di revisione, l'Impresa è tenuta a darne immediato avviso alla D.L. e a concordare quindi le modifiche per l'adeguamento degli impianti alle nuove prescrizioni. Si indicano nel seguito alcune marche delle apparecchiature principali che si ritengono rispondenti alle caratteristiche tecniche elencate e alle esigenze del Committente. La Ditta è libera di scegliere nell'ambito delle marche elencate, in quanto esse saranno comunque approvate dalla D.L., salvo approvazione ulteriore degli specifici articoli appartenenti alla marca prescelta. La Ditta è altresì libera di offrire marche diverse da quelle elencate, che saranno però soggette all'approvazione della D.L., che potrà accettarle o rifiutarle qualora non le ritenga, a suo giudizio insindacabile, di caratteristiche adeguate.

MATERIALI	COSTRUTTORI
Quadri elettrici MT	Schneider, ABB
Quadri elettrici BT (carpenterie)	Schneider, Steeltecnica, ABB
Scaricatori di tensione	Schneider, ABB, Dehn
Interruttori automatici e sezionatori	Schneider, ABB
Inverter	ABB, Schneider
Cavi	Triveneta, Baldassari, Generali Cavi, Prysmian
Materiale stagno	BTicino, Gewiss, Schneider, Legrand, Vimar
Canaline a rete	Cablofil, Femi, Schneider, Sati
Impianto di terra e scariche atm.	Contrade, Carpaneto, Sati
Cablaggio strutturato	Schneider, Simeon, Vimar, TCK-LAN
Videocitofonia	Terraneo, BPT, Urmet
Rilevamento fumi	Noti tier, DEF, Siemens
Impianti antenna TV	Hermann, Fracarro, Hirschmann
TVCC	Honeywell, Samsung, Gams
Diffusione sonora	Optimus
Placche civili	Vimar Eikon, Bticino
Domotiva	Wurth, VIMAR, Bticino
Comandi sbarre	FAAC, Fadini, Carne
Guaina flessibile ricoperta PVC	Teaflex, Cosmec
Guaina in PVC	Dielectrix, Gewiss, Inset
Strumentazione	Ime, ABB, Schneider, Carlo Gavazzi, Electrex
Trasformatori di misura BT	Ime, ABB, Siemens, Schneider
Morsetteria	Cabur, Weidmuller, Cembre
Tubazioni in acciaio	Dalmine, Fit, Cosmec
Barriere tagliafuoco	Flamemastic, Multicable, 3M, KSB
Muffole	3M, Pirelli

15 CALCOLI

Vengono di seguito descritti i parametri di riferimento per il calcolo degli elementi costituenti la distribuzione elettrica, quali conduttori e protezioni. In generale, conduttori e protezioni, dovranno assolvere il compito di distribuire l'energia elettrica non rappresentando un pericolo né per la struttura, né per l'utilizzatore finale, e quest'obiettivo passa da un corretto dimensionamento dei costituenti e dei parametri di funzionamento dell'impianto, oltre che dal coordinamento tra funzionalità e sicurezza dell'impianto stesso.

15.1 Corrente di impiego

La corrente di impiego è così determinata:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

dove:

$k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;

$k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

La corrente di impiego è il presupposto iniziale per il dimensionamento delle linee e delle protezioni.

15.2 Protezione dai contatti diretti.

Si intende per contatto diretto il contatto con una parte attiva dell'impianto, compreso il conduttore di neutro.

La protezione contro i contatti diretti sarà ottenuta mediante le seguenti misure di protezione totale:

- 1) isolamento delle parti attive con materiale adeguato alla tensione nominale e verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio;
- 2) adozione di involucri aventi grado minimo di protezione pari a IPXXB per le pareti verticali e non inferiore a IPXXD per le superfici orizzontali superiori, data la maggiore facilità per elementi esterni di entrare in contatto con le parti attive interne.

L'isolamento potrà essere rimosso solo mediante distruzione dello stesso.

L'isolamento delle apparecchiature costruite in fabbrica deve soddisfare le relative norme di prodotto.

Se per ragioni di esercizio si rendesse necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, dovrà essere rispettata almeno una delle seguenti prescrizioni:

- uso di chiave o attrezzo da parte di personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive con interblocco meccanico e/o elettrico;
- interposizione di una barriera intermedia che impedisca il contatto con le parti attive avente grado

di protezione IP2X rimovibile con chiave o attrezzo.

Per i circuiti terminali è prevista la protezione addizionale mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità ($I_{dn}=30\text{mA}$).

15.3 Protezione dai contatti indiretti.

Si definisce contatto indiretto il contatto con una massa, o con una parte conduttrice connessa con la massa, andata in tensione per un guasto di isolamento.

Si definisce massa una parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che potrebbe andare in tensione in condizioni di guasto.

Si definisce massa estranea una parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra, ed avente resistenza verso terra di valore inferiore a 1000Ω (per locali ad uso normale) e 200Ω (per locali con rischio elettrocuzione)

15.3.1 Lato bassa tensione

15.3.1.1 Sistema TT

Nel sistema elettrico TT la misura di protezione ammessa è quella dell'interruzione automatica dell'alimentazione mediante dispositivi differenziali.

Per attuare la suddetta protezione si richiede che sia soddisfatta la condizione (CEI 64-8 art. 413.1.4.2)

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

dove

R_E è la resistenza del dispersore in ohm

I_{dn} è la corrente nominale differenziale in ampere

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo d'interruzione non superiore a 1s.

15.4 Protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti sarà ottenuta mediante interruttori automatici magnetotermici aventi una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego (I_b) e la portata del conduttore (I_z). La corrente di sicuro intervento (I_f) deve essere inferiore a 1,45 volte la portata del cavo. Ovvero:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Inoltre gli interruttori automatici magnetotermici sono coordinati con la sezione dei cavi, in relazione alla lunghezza delle linee, al fine di interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi in qualsiasi punto della linea, prima che esse diventino pericolose per gli effetti termici e meccanici

provocati nei conduttori e nelle relative connessioni.

Più precisamente:

Potere di interruzione

Il dispositivo deve essere in grado di interrompere con sicurezza la massima corrente di corto circuito che si può produrre nel punto d'installazione. A tal fine occorre, evidentemente, che il suo potere d'interruzione sia non inferiore al valore della massima corrente presunta di corto circuito nel punto dell'impianto in cui il dispositivo è posto.

Energia specifica passante

Il dispositivo di protezione dal corto circuito deve intervenire in un tempo inferiore a quello che farebbe assumere al conduttore una temperatura superiore al valore limite ammissibile, qualunque sia il punto della conduttura in cui il guasto si manifesta. In pratica, nel caso di linee in cavo, quanto sopra significa non far superare all'isolante la temperatura massima di cortocircuito, limitando l'energia termica passante attraverso la protezione a valori tollerabili dal cavo, in formule:

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

dove:

- $I^2 t$ è l'energia specifica passante;
- K è il coefficiente legato alla natura dell'isolante del cavo (stabilito dalla Norma CEI 64-8);
- S è la sezione del cavo in mm^2 ;

15.5 Dimensionamento delle linee

Metodo di Calcolo: condizioni ordinarie

Nota la corrente d'impiego e le condizioni d'installazione del cavo, sono state calcolate la sezione, la resistenza, la reattanza, la caduta di tensione alla temperatura di servizio, la potenza dissipata, il massimo valore dell'energia specifica passante ($I^2 t$) sopportabile e, al fine di facilitare la scelta dell'apparecchio di protezione, il massimo valore di taratura dello sganciatore magnetico atto a proteggere il cavo in tutta la sua lunghezza.

Tale calcolo tiene conto dei seguenti parametri:

- corrente di impiego I_b ;
- corrente nominale del dispositivo di protezione I_n ;
- corrente massima ammissibile del cavo in funzione delle condizioni di impiego, di posa e del tipo di cavo, I_z ;

- corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione I_f ;
- massima caduta di tensione ammessa (pari al 4 %);
- temperatura massima ammissibile di 70°C per conduttori isolati in PVC e 90°C per conduttori isolati in EPR (Etilene propilene);

I parametri che più frequentemente possono variare influenzando la portata sono:

- la temperatura ambiente,
- la presenza o meno di altri conduttori adiacenti a quello considerato,
- il tipo di posa previsto.

Quali condizioni normali, la norma prevede:

- temperatura ambiente di 30 °C per cavi in aria e di 20 °C per cavi interrati;
- assenza di conduttori sotto carico adiacenti a quello considerato.

Il tipo di posa influisce in modo determinante sul cavo in quanto variano notevolmente le condizioni per lo smaltimento del calore prodotto nell'esercizio del cavo (effetto Joule).

Verifica in condizioni di guasto

Affinché la linea sia protetta dalle sovracorrenti, siano esse dovute a sovraccarico o a condizioni di guasto (corto circuito), è necessario procedere ad una corretta scelta dell'apparecchio di protezione. In particolare, tale dispositivo deve essere scelto in maniera tale che l'energia specifica lasciata passare durante il suo intervento non superi quella sopportabile dal cavo.

Deve quindi essere soddisfatta la relazione:

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

dove:

- $(I^2 t)$ Energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il cortocircuito;
- K Coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e dal suo isolamento;
- S Sezione del conduttore da proteggere, in mm²;
- t Tempo di intervento del dispositivo di protezione che si assume 5 secondi.

La formula deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della conduttura interessato al cortocircuito.

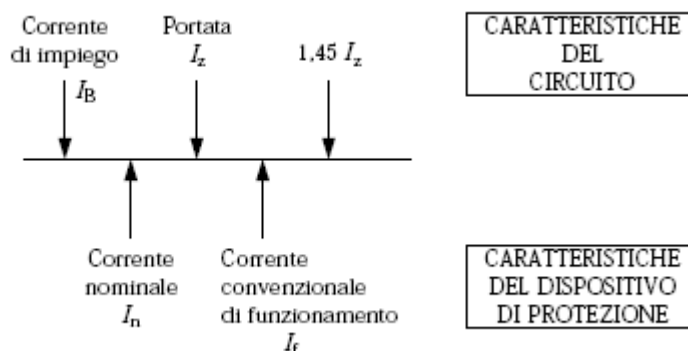
In pratica è sufficiente la verifica immediatamente a valle degli organi di protezione (dove si ha la corrente di cortocircuito massima) e nel punto terminale del circuito (dove si ha la corrente di cortocircuito minima), al fine di assicurarsi che, in caso di guasto, la corrente di cortocircuito sia sufficiente a fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta tramite interruttori magnetotermici tarati in modo da soddisfare le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Questa seconda relazione è soddisfatta automaticamente con l'uso di interruttori magnetotermici a norme CEI 23-3 o CEI 17-5.



I calcoli di dimensionamento dei cavi sono stati effettuati con l'ausilio di fogli di calcolo e sono allegati nelle tavole di riferimento dei quadri elettrici.

I dati relativi alle modalità di posa in opera dei cavi, alla temperatura di riferimento, al sistema di collegamento a terra, al tipo di cavo e relativo isolamento, al circuito di appartenenza alla corrente di impiego ed a tutte le grandezze elettriche sono riportati in allegato negli schemi dei quadri allegati alla documentazione di progetto.

In ogni caso, la sezione dei cavi scelti non dovrà mai essere inferiore a:

1,5 mm² per i punti luce;

2,5 mm² per le derivazioni alle prese e per le dorsali luci;

4 mm² per le dorsali prese.

Verifica termica

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

esprese in °C.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando, secondo le tabelle UNEL e CEI di settore.

Verifica Caduta di tensione

La caduta di tensione è calcolata come segue:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

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

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo ed alla sezione dei conduttori;

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Va quindi verificato che la cdt sia inferiore al limite del 4% per come previsto in sede di progettazione e secondo la CEI 64-8 par.525, ed eventualmente aumentata la sezione del cavo fino alla concorrenza del valore desiderato.

15.6 Conduttore di neutro

Per quanto concerne il conduttore di neutro, in accordo alla normativa CEI 64-8 par. 524.3 è previsto che la sezione del conduttore di neutro abbia una sezione pari a quella del conduttore di fase nei casi in cui il neutro non sia protetto o comunque di sezione inferiore a 16 mmq. E' possibile effettuare riduzione della sezione nei casi in cui il conduttore di fase sia maggiore di 16 mmq ed il neutro sia protetto e comunque deve essere dimostrato quanto al dimensionamento delle linee polifasi di cui al paragrafo precedente.

15.7 Scelta e coordinamento delle protezioni

Le protezioni andranno dimensionate in funzione della linea e dell'utilizzatore finale da proteggere. In particolare per poter scegliere le protezioni è necessario conoscere:

- Corrente di impiego della conduttura;
- Caratteristiche della fornitura (tensione, fasi, ...);
- Massima corrente di guasto da interrompere per stabilire il potere di interruzione;
- Taratura delle protezioni per assolvere al compito di protezione dei contatti diretti ed indiretti e contestualmente proteggere la linea dalla corrente di guasto che può presentarsi a fine linea.

Di seguito si riporta il metodo di calcolo dei guasti effettuati in sede di dimensionamento dall'ausilio elettronico dell'elaboratore, da cui allo schema unifilare dei quadri.

15.7.1 Calcolo della corrente massima di cortocircuito

Per il calcolo della massima corrente di cortocircuito, a inizio linea quindi, si procede calcolando l'impedenza di guasto, assunta come temperatura di riferimento i 20 °C.

La resistenza diretta, dalle tabelle UNEL espressa in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\Delta T \cdot 0.004)} \right)$$

con ΔT pari a 50 °C.

La reattanza, riferita ad una condizione di esercizio di 50 Hz, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per il conduttore di neutro e di protezione invece si ha:

$$R_{0cavoNeutro} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro}$$

$$X_{0cavoNeutro} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

$$R_{0cavoPE} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE}$$

$$X_{0cavoPE} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

dove le resistenze R_{dcavoNeutro} e R_{dcavoPE} vengono calcolate come la R_{dcavo}.

Vengono pertanto determinate le impedenze di linea rispettivamente di guasto trifase, fase neutro e fase terra:

$$Z_{kmin} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

$$Z_{k1Neutro\ min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

$$Z_{k1PE\ min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Quindi si ricavano le correnti di cortocircuito nelle possibili configurazioni.

$$\begin{aligned}
I_{k\max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\min}} \\
I_{k1\text{Neutro}\max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1\text{Neutro}\min}} \\
I_{k1PE\max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\min}} \\
I_{k2\max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k\min}}
\end{aligned}$$

Tenuto conto che la corrente è del tipo sinusoidale, viene confrontato il valore massimo del valore efficace come sopra determinato con il potere di interruzione delle protezioni.

15.7.2 Calcolo della corrente minima di cortocircuito

La corrente minima di cortocircuito viene determinata a fondo linea, per come descritto nella norma CEI 11.25 par 2.5.

Va controllato che il potere di protezione magnetico sia in grado di interrompere tempestivamente anche tale tipo di guasto.

15.7.3 Verifica selettività

L'esigenza di ottenere selettività di intervento tra i dispositivi di protezione installati in un impianto è definita dal committente o dal progettista dell'impianto.

La mancanza di energia elettrica, anche per un breve tempo può causare danni economici e, in alcuni casi, compromettere la sicurezza delle persone. Ad esempio in alcuni impianti ove è richiesta la massima continuità di esercizio, quale:

- impianti industriali a ciclo continuo;
- impianti ausiliari di centrali;
- reti di distribuzione civili (ospedali, banche, ecc.);

predomina sulle altre esigenze quella di garantire il più possibile la continuità di funzionamento.

Coordinamento selettivo tra dispositivi di protezione da sovracorrenti

La soluzione normalmente adottata è quella del coordinamento selettivo delle protezioni di massima corrente che consente di isolare dal sistema la parte di impianto interessata dal guasto, facendo intervenire il solo interruttore situato immediatamente a monte di esso.

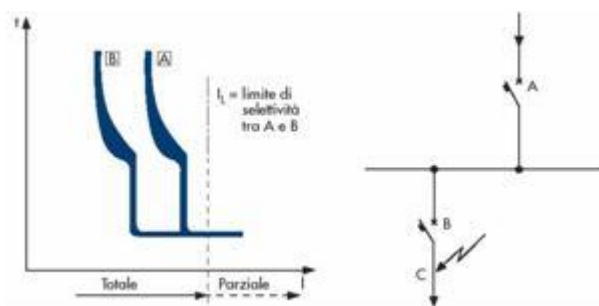
Al fine di realizzare un corretto coordinamento selettivo, si devono tener presente le seguenti regole fondamentali:

- 1) allo scopo di ridurre gli effetti di tipo termico ed elettrodinamico e contenere i tempi di ritardo entro

valori ragionevoli, il coordinamento selettivo non dovrebbe avvenire tra più di quattro interruttori in cascata;

- 2) ciascun interruttore deve essere in grado di stabilire, supportare ed interrompere la massima corrente di cortocircuito nel punto dove è installato;
- 3) per assicurarsi che gli interruttori di livello superiore non intervengano, mettendo fuori servizio anche parti di impianto non guaste, si devono adottare soglie di corrente di intervento (ed eventualmente di tempo di intervento) di valore crescente partendo dagli utilizzatori andando verso la sorgente di alimentazione;
- 4) per assicurare la selettività, l'intervallo dei tempi di intervento dovrebbe essere approssimativamente di 0,1-0,2 s. Il tempo massimo di intervento non dovrebbe superare i 0,5 s.

La selettività tra due interruttori in cascata, può essere totale o parziale.



- Selettività totale

La selettività è totale se si apre solo l'interruttore B, per tutti i valori di corrente inferiori o uguali alla massima corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui è installato B.

- Selettività parziale

La selettività è parziale se si apre solo l'interruttore B per valori di corrente di cortocircuito in C inferiori al valore I_L oltre il quale si ha l'intervento simultaneo di A e B.

Le tipologie di selettività ottenibili sono:

- cronometrica;
- amperometrica;
- di zona.

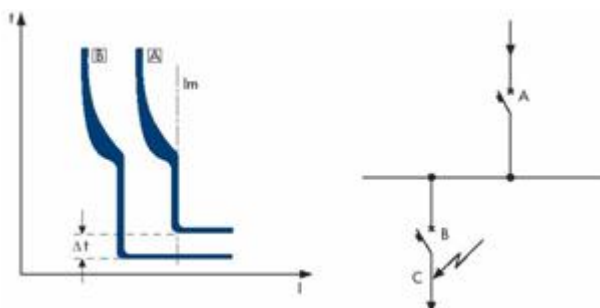
Selettività cronometrica

Può essere ottenuta con l'impiego di sganciatori o relé muniti di dispositivi di ritardo intenzionale dell'intervento.

I ritardi vengono scelti con valori crescenti risalendo lungo l'impianto per garantire che l'intervento sia effettuato dall'interruttore immediatamente a monte del punto in cui si è verificato.

L'interruttore A interviene con ritardo Δt rispetto all'interruttore B, nel caso che entrambi gli interruttori siano interessati a una corrente di guasto di valore superiore a I_m .

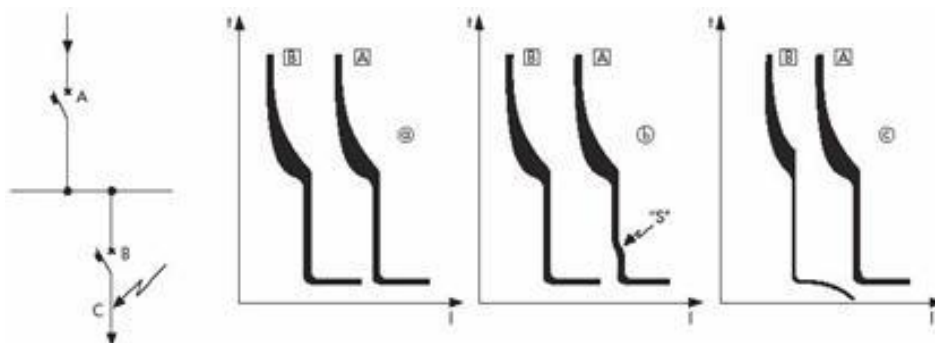
L'interruttore A, ovviamente, dovrà essere in grado di sopportare le sollecitazioni dinamiche e termiche durante il tempo di ritardo.



Selettività amperometrica

Può essere ottenuta regolando la soglia di intervento istantaneo a valori di corrente diversi fra gli interruttori A e B e sfruttando la condizione favorevole del diverso valore assunto dalla corrente di cortocircuito in funzione della posizione in cui si manifesta il guasto a causa dell'impedenza dei cavi.

Per effetto della limitazione dovuta a questa impedenza in certi casi è possibile regolare l'intervento istantaneo dell'interruttore a monte del cavo ad un valore dell'intensità di corrente superiore a quello del massimo valore raggiungibile dalla corrente di guasto che percorre l'interruttore a valle, pur assicurando quasi completamente la protezione della parte di impianto compresa tra i due interruttori.



A seconda degli interruttori impiegati la selettività amperometrica può assumere condizioni diverse:

- con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e a valle: la selettività è tanto più efficace e sicura quanto più grande è la differenza tra la corrente nominale dell'interruttore posto a monte e quella dell'interruttore posto a valle.

Inoltre la selettività amperometrica generalmente risulta totale se la corrente di ctocto in C è inferiore alla corrente magnetica dell'intervento dell'interruttore A;

- con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e interruttori tradizionali a valle: selettività amperometrica, per valori di corrente di ctocto elevati, può essere migliorata utilizzando interruttori a monte provvisti di relé muniti di breve ritardo (curva "S").

La selettività è totale se l'interruttore A non si apre.

La possibilità di avere interventi selettivi senza l'introduzione di ritardi intenzionali riduce le

sollecitazioni termiche e dinamiche all'impianto in caso di guasto e frequentemente permette di sotto-dimensionare alcuni suoi componenti.

- c) con interruttori tradizionali a monte e interruttori limitatori a valle: usando interruttori limitatori a valle e, a monte di essi, interruttori tradizionali (dotati di potere d'interruzione adeguato con sganciatori di tipo istantaneo) è possibile ottenere selettività totale.

In questo caso la selettività dell'intervento si realizza grazie ai tempi di intervento estremamente ridotti dell'interruttore limitatore che riducono l'impulso di energia dovuto alla corrente di guasto a valori tanto bassi da non causare l'intervento dell'interruttore a monte.

Con questo principio è possibile realizzare la selettività totale anche tra interruttori limitatori di diverso calibro fino a quei valori di corrente che non provocano l'apertura transitoria dei contatti del limitatore a monte.

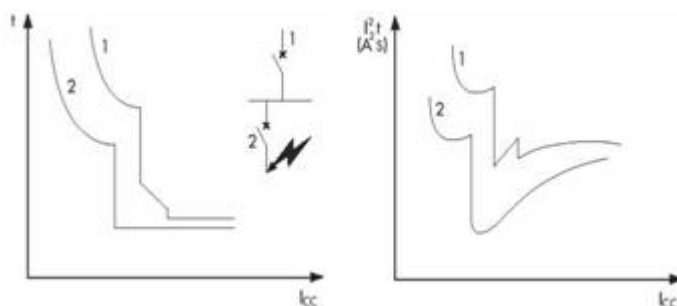
Selettività energetica

È un tipo di selettività alla quale si ricorre quando fra due interruttori non è possibile impostare un tempo di ritardo nell'intervento.

Questo sistema può consentire di ottenere un livello di selettività che va oltre il valore della soglia magnetica dell'interruttore a monte, impiegando un interruttore limitatore a valle.

Nel caso si abbia a monte un interruttore del tipo B ma con $I_{cw} \leq I_{cu}$, in funzione della limitazione effettuata dall'interruttore a valle possiamo ottenere un limite di selettività superiore al valore della soglia istantanea dell'interruttore a monte.

Per lo studio della selettività energetica non si confrontano le curve di intervento corrente/tempo dei componenti installati in serie ma le curve dell'energia specifica (I^2t) lasciata passare dall'interruttore a valle e la curva dell'energia dell'interruttore a monte. Si ottiene la selettività energetica se le due curve non hanno punti di intersezione. L'effetto di limitazione dell'energia specifica passante è funzione del tipo di interruttore (meccanismo di apertura, contatti ecc.) mentre il livello energetico di non sgancio è legato alle caratteristiche di intervento dello sganciatore (soglia istantanea, tempo di intervento), nonché dalla soglia di repulsione dei contatti (apertura incondizionata).



Per poter realizzare in maniera ottimale una selettività energetica occorre pertanto impiegare:

- sganciatori istantanei con tempo di risposta legato alla corrente di cortocircuito e di taglia diversa;
- interruttori con una forte limitazione di corrente ed i contatti differenziati per taglia.

L'impiego di interruttori limitatori a valle permette inoltre una sensibile riduzione delle sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche alle quali è soggetto l'impianto e di contenere i ritardi intenzionali imposti

agli interruttori installati a livello primario.

Selettività di zona o “accelerata”

L'adozione del coordinamento selettivo delle protezioni comporta per sua natura l'allungamento dei tempi di eliminazione dei guasti man mano che ci si avvicina alla sorgente dell'energia e quindi dove il valore della corrente di guasto è maggiore.

In impianti importanti, nei quali i livelli di distribuzione possono diventare molti, questi tempi potrebbero diventare inaccettabili sia per il valore elevato dell'energia specifica passante I^2t , sia per l'incompatibilità con i tempi di estinzione prescritti dall'Ente fornitore di energia.

In questi casi può essere necessario adottare un sistema di selettività di zona o “accelerata”.

Questa tecnica, più sofisticata, consente di accorciare i tempi determinati dalla selettività cronometrica tradizionale pur mantenendo la selettività degli interventi.

Questo tipo di coordinamento si basa sulle seguenti operazioni:

- immediata individuazione dell'interruttore a cui compete l'eliminazione selettiva del guasto;
- abbreviazione del tempo di intervento di tale interruttore;
- mantenimento del coordinamento selettivo degli interruttori a monte.

Il principio su cui basarsi per determinare quale sia l'interruttore più vicino al guasto consiste nell'utilizzare la corrente di guasto come unico elemento di riferimento comune per i vari interruttori e creare un interscambio di informazioni in base alle quali determinare in modo praticamente istantaneo quale parte dell'impianto deve essere tempestivamente staccata dal sistema.

Coordinamento selettivo tra dispositivi differenziali

Questo coordinamento è ottenuto tra due dispositivi differenziali in serie se vengono soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

- l'apparecchio a monte deve aver caratteristica di funzionamento ritardata (tipo S);
- il rapporto tra la corrente differenziale nominale del dispositivo a monte e la corrente differenziale nominale del dispositivo a valle deve essere:

$$I_{dn_monte} \geq 3 I_{dn_valle}$$

15.8 Impianto di terra

L'impianto di terra per la media e per la bassa tensione sarà unico.

Quale dispersore saranno impiegati dispersori verticali a picchetto, (in acciaio zincato, sezione a croce, dimensione trasversale di 50mm, spessore 5mm, lunghezza 1,5m, completi di morsettiera e accessori come d'uso) collegati da corda di rame nuda di sezione 35 mm, direttamente interrata nel terreno ad una profondità, compresa tra 0,50 m e 0,80 m.

La valutazione di progetto della resistenza di terra è eseguita con la seguente formula, riferita al solo dispersore orizzontale e trascurando, quindi, l'apporto dovuto ai picchetti infissi:

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{2L}{a} \right) + \ln \left(\frac{L}{H} \right) - 2 + \frac{2H}{L} \right]$$

a= raggio del dispersore = 0.33 [cm]

L = lunghezza del dispersore orizzontale = 37500 [cm]

H = profondità di posa interrata = 80 [cm]

ρ_E = resistività del terreno = 20 [Ω /m]

Il dispersore così ottenuto sarà connesso al resto dell'impianto di terra tramite il **collettore principale** di terra e mediante il **conduttore di terra**.

Il conduttore di terra sarà realizzato, data l'installazione esterna del locale cabina tramite cavo del tipo N07V-K con posa protetta in cavidotto e con sezione pari a 50 mmq.

Al collettore di terra convergeranno dunque anche i **conduttori di protezione e di equipotenzialità**.

I conduttori di protezione (PE) effettueranno il collegamento delle masse all'impianto di terra, mentre conduttori equipotenziali serviranno per il collegamento delle masse estranee all'impianto di terra.

Il collettore di terra sarà realizzato con piastra metallica in rame stagnato provvisto di fori per fissaggio conduttori di protezione e di equipotenzialità, ed identificato tramite apposita cartellonistica e tramite targhette di identificazione cavi.

Completeranno l'impianto i seguenti componenti:

- Collettori secondari di terra;
- Nodi di terra;
- Nodi equipotenziali (EQS) per i locali bagno e doccie;

Tutti i collettori saranno segnalati tramite apposita cartellonistica, così come i cavi afferenti a quest'ultimi saranno dotati di targhetta identificativa.

Le sezioni dei conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali saranno non inferiori ai valori minimi previsti dalla norma CEI 64-8/5.

I collegamenti equipotenziali principali (EQP) che collegano le masse estranee (tubazioni alimentanti i servizi dell'edificio entranti nello stabile gas – acqua – riscaldamento, strutture metalliche, ferri del calcestruzzo, ecc.) al collettore principale di terra, saranno realizzati con cavo unipolare in rame di sezione non inferiore a 6 mm².

16 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio indipendente, fisicamente separato da altre costruzioni.

Ai fini del calcolo dell'area da proteggere, è stata valutata un'altezza di edificio pari a 23 [m] costante per l'intero agglomerato, in via precauzionale, sebbene la struttura sia composta da due protrusioni.

Ai sensi degli artt. A.2.1 e A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura considerate sono quelle dell'edificio stesso, ed è stato utilizzato un metodo grafico (si veda allegato) per identificare l'area da proteggere (A_d)

16.1 Dati iniziali

16.1.1 Densità annua di fulmini a terra

E' stata assunta una densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune in cui è ubicata la struttura vale:

$N_t = 3$ fulmini/km² anno

16.1.2 Dati relativi alla struttura

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- a) Perdita di vite umane
- b) Perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, pertanto è calcolato solamente il rischio R1.

16.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ENEL in Bassa Tensione (b.t.);
- Linea di segnale: TELECOM

16.2 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

1. compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
2. eventuali locali che sarebbe opportuno proteggere specificamente contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
3. i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
4. le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di

protezione esistenti;

La struttura è stata considerata come un'unica zona Z1 (Zona n.1).

16.3 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2:

L'area di raccolta A_M dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2,

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice:

- Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice:

- Valori delle probabilità P per la struttura non protetta.

16.4 Valutazione dei rischi - Rischio R1: perdita di vite umane

16.4.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Componente - RA $7.65 \cdot 10^{-8}$

Componente - RB $7.65 \cdot 10^{-7}$

Componente - RU - (IMPIANTI ELETTRICI) $7.75 \cdot 10^{-8}$

Componente - RV - (IMPIANTI ELETTRICI) $7.75 \cdot 10^{-7}$

Componente - RU - (LINEE TELECOMUNICAZIONI) $1.53 \cdot 10^{-7}$

Componente - RV - (LINEE TELECOMUNICAZIONI) $1.53 \cdot 10^{-6}$

VALORE TOTALE DEL RISCHIO R1 PER LA STRUTTURA $3,37 \cdot 10^{-6}$

16.4.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = $3,37 \cdot 10^{-6}$ è inferiore a quello tollerato $R_t = 1 \cdot 10^{-5}$

16.5 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo $R1 = 3,37 \cdot 10^{-6}$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1 \cdot 10^{-5}$, pertanto si evince che non occorre adottare alcuna ulteriore misura di protezione per ridurlo.

16.6 Conclusioni

Il rischio R1 non supera il valore tollerabile Rt per cui secondo la norma CEI EN 62305-2

LA STRUTTURA E' AUTOPROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

16.7 Appendici

16.7.1 APPENDICE 1 – Caratteristiche della linea

Tipo di linea: LINEA ENEL Media Tensione

CARATTERISTICHE LINEA uniforme lungo il percorso

TIPO DI LINEA energia - interrata con trasformatore MT/BT

LUNGHEZZA (M) 500

COEFFICIENTE AMBIENTALE (CE) suburbano

SCHERMO COLLEGATO ALLA STESSA TERRA DELLE APPARECCHIATURE ALIMENTATE
 $5 < R \leq 20$ ohm/km SPD AD ARRIVO LINEA livello I (PEB = 0,01)

Tipo di linea: TELECOM

CARATTERISTICHE LINEA uniforme lungo il percorso

TIPO DI LINEA segnale - aerea

LUNGHEZZA (M) 200

COEFFICIENTE AMBIENTALE (CE) suburbano

SPD AD ARRIVO LINEA livello III (PEB = 0,05)

16.7.2 APPENDICE 2 - Caratteristiche della zona Z1

Caratteristiche della zona: Z1 –Edificio

Tipo di pavimentazione CERAMICA ($r_t = 0,001$)
Rischio di incendio ORDINARIO ($r_f = 0,01$)
Pericoli particolari ELEVATO RISCHIO DI PANICO ($h = 10$)
Protezioni antincendio AUTOMATICHE ($r_p = 0,2$)
Schermatura di zona ASSENTE
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo NESSUNA

Impianto interno: IMPIANTI ELETTRICI

Alimentato dalla linea ENERGIA ELETTRICA
Tipo di circuito Conduttori attivi e PE su percorsi diversi ($K_{s3} = 1$)
Tensione di tenuta 1,0 kV
Sistema di SPD - livello Assente ($PSPD = 1$)

Impianto interno: LINEE TELECOMUNICAZIONI

Alimentato dalla linea Linea Telecom
Tipo di circuito Conduttori attivi e PE su percorsi diversi ($K_{s3} = 1$)
Tensione di tenuta 1,0 kV
Sistema di SPD - livello Assente ($PSPD = 1$)

VALORI MEDI DELLE PERDITE PER LA ZONA: STRUTTURA EDILE

Rischio R1

Numero di persone nella zona **350**
Numero totale di persone nella struttura **684**
Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore/anno) **4.380**
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1):
$$L_A = L_U = r_{tx} L_{txnz} / n_t * t_z / 8760 = 10^{-3} * 10^{-2} * 350 / 684 * 4380 / 8760 = \mathbf{2,55 * 10^{-6}}$$

Perdita per danno fisico (relativa a R1):
$$L_B = L_V = r_p * r_f * h_z * L_f * n_z / n_t * t_z / 8760 = 0.2 * 10^{-2} * 5 * 10^{-2} * 350 / 684 * 4380 / 8760 = \mathbf{2,55 * 10^{-5}}$$

RISCHI E COMPONENTI DI RISCHIO PRESENTI NELLA ZONA:

Interno struttura Rischio R1: perdita di vite umane R_a, R_b, R_u, R_v

16.7.3 APPENDICE 3 - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura Edificio

Edificio Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura - $A_D 3,02 \cdot 10^{-2} \text{ km}^2$
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura - $A_M 0,85 \text{ km}^2$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura - $N_D 12,0 \cdot 10^{-2}$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura - $N_M 3,4$

Linee elettriche ENERGIA ELETTRICA

Area di raccolta per fulminazione diretta delle linee - $AL 0,018000 \text{ km}^2$
Area di raccolta per fulminazione indiretta delle linee - $AI 1,8 \text{ km}^2$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta delle linee - $NL 0,014400$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta delle linee - $NI 0,144000$

Linee dati TELECOM

Area di raccolta per fulminazione diretta delle linee - $AL 0,0080000 \text{ km}^2$
Area di raccolta per fulminazione indiretta delle linee - $AI 0,8000000 \text{ km}^2$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta delle linee - $NL 0,0320000$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta delle linee - $NI 3,200000$

16.7.4 APPENDICE 4 - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1
$PA = 1,00E+00$
$PB = 1,0$
$PC \text{ (Impianti elettrici generici)} = 1,00E+00$
$PC \text{ (Linee dati e telecomunicazioni)} = 1,00E+00$
$PC = 1,00E+00$
$PM \text{ (Impianti elettrici generici)} = 4,00E-02$
$PM \text{ (Linee dati e telecomunicazioni)} = 1,00E-08$
$PM = 4,00E-02$
$PU \text{ (Impianti elettrici generici)} = 1,00E-02$
$PV \text{ (Impianti elettrici generici)} = 1,00E-02$
$PW \text{ (Impianti elettrici generici)} = 1,00E+00$
$PZ \text{ (Impianti elettrici generici)} = 0,00E+00$
$PU \text{ (Linee dati e telecomunicazioni)} = 5,00E-02$

PV (Linee dati e telecomunicazioni) = 5,00E-02
PW (Linee dati e telecomunicazioni) = 1,00E+00
PZ (Linee dati e telecomunicazioni) = 1,00E+00

17 VERIFICHE

Condizione necessaria per poter mantenere efficiente e funzionale l'impianto è eseguire le verifiche periodiche.

Si rimette al committente il dovere di eseguire puntualmente la manutenzione ordinaria degli impianti elettrici al fine della verifica della funzionalità dei sistemi di protezione dei contatti diretti ed indiretti, nonché dell'illuminazione di sicurezza e gestione delle emergenze, con cadenza semestrale.

Le verifiche dovranno essere effettuate tramite prove visive, prove strumentali ed eventualmente anche calcolistiche.

Le verifiche, in generale, dovranno essere eseguite da personale addestrato e correttamente formato, ed inoltre, per quanto concerne le prove strumentali, sarà necessario disporre di attrezzatura certificata e calibrata secondo quanto stabilito nel piano di qualità dell'azienda.

Si raccomanda almeno una calibratura almeno biennale e/o comunque in funzione del numero di misure effettuate dal soggetto verificatore.

Eventuali modifiche in corso d'opera agli impianti oggetto della presente relazione, dovranno essere riportate, a cura dell'installatore, al progettista.

Prima di iniziare le prove, il collaudatore deve verificare che le specifiche dell'alimentazione rispondano a quelle previste dalla presente relazione, ovvero quelle per cui sono stati progettati gli impianti.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici collocati nei luoghi di lavoro, il DPR 462/01 obbliga il datore di lavoro a richiedere la verifica periodica degli impianti elettrici:

- di terra in bassa ed in alta tensione;
- relativi alle protezioni contro le scariche atmosferiche;

Gli impianti di terra e i dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche devono essere verificati ogni:

- due anni nei locali ad uso medico (ospedali, case di cura, ambulatori, studi medici), nei cantieri e nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio (soggetti al Certificato di Prevenzione Incendi);
- cinque anni negli altri casi.

In base al DPR 462/01, le verifiche degli impianti possono essere effettuate, oltre che dalle Asl/Arpa, da Organismi Abilitati dal Ministero delle Attività Produttive (non sono valide, a tale fine, le verifiche effettuate da professionisti o da imprese installatrici), ciò implica che il datore di lavoro è responsabile delle verifiche periodiche potendosi rivolgere a detti organismi che sono abilitati ad effettuare anche le verifiche straordinarie.

Il datore di lavoro che non richiede la verifica va incontro a delle responsabilità civili e penali, esso è quindi responsabile civilmente e penalmente in caso di infortunio avvenuto sull'impianto.

17.1 Verifiche iniziali

La Verifica Iniziale ha lo scopo di consentire l'inizio del funzionamento degli impianti, accertando che siano in condizione di poter funzionare normalmente e realizzati conformemente alla regola dell'arte.

Tale verifica riguarderà:

- la rispondenza alle disposizioni di legge;
- la rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del fuoco;
- la rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- la rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto.

In particolare si verificherà che:

- siano state osservate le norme tecniche generali;
- gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e alle preventive indicazioni;
- gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano corrispondenti alle prescrizioni e/o ai campioni presentati.

La Verifica Iniziale è ripartita in:

a) Esame a vista

- Metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, ivi compresa la misura delle distanze delle barriere ed ostacoli
- Presenza di barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici
- Scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione
- Scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione
- Presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando
- Scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne
- Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione
- Presenza di schemi, cartelli monitori e di informazioni analoghe
- Identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti ecc.
- Idoneità delle connessioni dei conduttori
- Agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione

b) Prove e misure

- Continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari (metodo di prova art. 612.2 CEI 64-8)
- Resistenza d'isolamento dell'impianto elettrico (metodo di prova art. 612.3 CEI 64-8)
- Protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica (metodo di prova art. 612.4 CEI 64-8)
- Resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti (metodo di prova art. 612.5 CEI 64-8)
- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (metodo di prova art. 612.6 CEI 64-8)
- Prove di polarità (metodo di prova art. 612.7 CEI 64-8)
- Prove di funzionamento (metodo di prova art. 612.9 CEI 64-8)

17.2 Verifiche in corso d'opera

La Direzione Lavori, durante il corso dei lavori può eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o su parti degli stessi, in modo da poter intervenire per tempo qualora non fossero rispettate le specifiche del presente Capitolato Speciale e del progetto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute, nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.

I risultati delle verifiche e delle prove potranno essere registrate a verbale.

I controlli e le verifiche eseguite dalla stazione appaltante nel corso dei lavori non escludono comunque la responsabilità dell'appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'appaltatore, né alcuna preclusione in capo alla stazione appaltante.

17.3 Collaudi

Il collaudo ha la principale funzione di tutelare il committente in merito alla corretta realizzazione dell'opera ed al pagamento del giusto corrispettivo all'esecutore per mezzo di un controllo che si applica non solo all'impresa appaltatrice, ma anche all'operato del direttore dei lavori.

Esso consente di verificare e certificare che l'opera o il lavoro sono stati eseguiti a regola d'arte e secondo le prescrizioni tecniche prestabilite, in conformità del contratto e delle varianti debitamente approvate.

Il collaudo di un'opera è affidato dalla stazione appaltante ad un tecnico diverso da colui che ha progettato e diretto i lavori eseguiti e comunque secondo le condizioni riportate nella L. 109/1994 Art.

28 comma 5.

Il collaudo deve essere ultimato non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori (DPR 554/1999 Art. 192).

L'appaltatore, a propria cura e spesa, mette a disposizione dell'organo di collaudo gli operai e i mezzi d'opera necessari ad eseguire tutte le operazioni di collaudo.

L'organo di collaudo redige un'apposita relazione in cui formula le proprie considerazioni sul modo con cui l'impresa ha osservato le prescrizioni contrattuali e le disposizioni impartite dal direttore dei lavori.

Il certificato di collaudo emesso dall'organo di collaudo deve contenere:

- a) l'indicazione dei dati tecnici ed amministrativi relativi al lavoro;
- b) i verbali di visite con l'indicazione di tutte le verifiche effettuate;
- c) il certificato di collaudo.

Il certificato di collaudo viene trasmesso per la sua accettazione all'appaltatore, il quale deve firmarlo nel termine di venti giorni.