

ARCA CAPITANATA

AGENZIA REGIONALE per la CASA e l'ABITARE

FONDO DI SVILUPPO E COESIONE 2007-2013
Regione Puglia - "Settore Aree Urbane - Città"

Realizzazione di n° 8 alloggi di edilizia residenziale pubblica nel Comune di
TRINITAPOLI (BT) in Via Pietro Nenni
Finanziamento: € 1.200.000,00

TIMBRO	IL PROGETTISTA ARCHITETTONICO (u.o. progettazione / appalti) ing. Antonio Verrastro	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO E VERIFICATORE DEL PROGETTO (resp. u.o. progettazione / appalti) arch. Anna Maria Tomasulo
	IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI ing. Antonio Falcone	IL DIRETTORE ARCA Capitanata (dirigente del Settore Tecnico) ing. Vincenzo De Devitiis

TAVOLA	TITOLO		SCALA
E.RT.01	Relazione tecnica specialistica- impianti elettrici		-
			DATA
AGGIORNAMENTI	L'IMPRESA	IL DIRETTORE DEI LAVORI	
RIF.			

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	IMPIANTO ELETTRICO PER UTENZE CONDOMINIALI	8
3.1	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO	8
3.1.1	SCELTA DELLE CONDUTTURE	8
3.1.2	CADUTE DI TENSIONE	11
3.1.3	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	11
3.1.4	PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO.....	12
3.1.5	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	12
3.1.6	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	13
3.2	IMPIANTI ELETTRICI PREVISTI.....	14
3.2.1	QUADRO ELETTRICO GENERALE	14
3.2.2	LINEE DI DISTRIBUZIONE.....	14
3.2.3	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	14
3.2.4	IMPIANTO DI FORZA MOTRICE.....	15
3.2.5	IMPIANTO DI TERRA	15
4	IMPIANTO ELETTRICO PER CIVILI ABITAZIONI	17
4.1	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO	17
4.1.1	PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO	17
4.1.2	SCELTA DELLE CONDUTTURE	17
4.1.3	CADUTE DI TENSIONE	20
4.1.4	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	21
4.1.5	PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO.....	21
4.1.6	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	22
4.1.7	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	22
4.2	IMPIANTI ELETTRICI PREVISTI.....	24
4.2.1	QUADRO ELETTRICO GENERALE	24
4.2.2	LINEE DI DISTRIBUZIONE.....	25
4.2.3	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	26

4.2.4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	26
4.2.5	IMPIANTO DI FORZA MOTRICE.....	27
4.2.6	LOCALI BAGNI E DOCCE	28
4.2.7	IMPIANTO DI TERRA	31
4.3	IMPIANTO CITOFOONICO	31
4.4	IMPIANTO TELEFONIA E DATI.....	31
4.5	IMPIANTO TV.....	32

1 INTRODUZIONE

Oggetto e scopo della presente relazione tecnica è la descrizione dei criteri di progettazione dell'impianto elettrico a servizio delle civili abitazioni e delle utenze condominiali degli otto alloggi per l'edilizia pubblica nel Comune di Trinitapoli (BT) in via Pietro Nenni, dei lotti A e B.

Tutti gli impianti oggetto della presente relazione dovranno essere conformi alle norme e leggi vigenti in materia, di cui si allegano i principali richiami, ritenendosi comunque incluse tutte le norme pertinenti, anche se non richiamate specificamente.

Il presente progetto degli impianti elettrici si estende dal punto di consegna dell'energia elettrica da parte del distributore di energia elettrica (ENEL Distribuzione) fino alle singole macchine ed ai singoli utilizzatori fissi situati all'interno di ogni locale condominiale o di ogni singolo appartamento, considerando tutti gli impianti ed i componenti relativi al sistema di distribuzione primaria, ai quadri elettrici di zona, all'impianto di distribuzione luce e forza motrice. Non è inoltre compresa nella presente progettazione la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione, comunque, non segnalati dal cliente.

Gli impianti previsti per ciascun lotto per le utenze condominiali sono:

- Il sistema di distribuzione in bassa tensione;
- L'impianto di forza motrice;
- L'impianto di illuminazione interno ordinario;
- L'impianto di illuminazione di sicurezza;
- Impianto di terra;

mentre gli impianti previsti per ciascun lotto per le utenze civili, ossia i singoli alloggi, sono:

- Il sistema di distribuzione in bassa tensione;
- L'impianto di forza motrice;
- L'impianto di illuminazione;
- Impianto di terra.

Le utenze dell'abitazione sono alimentate tramite una fornitura contrattuale in bassa tensione (BT) monofase. Le caratteristiche della fornitura elettrica sono le seguenti:

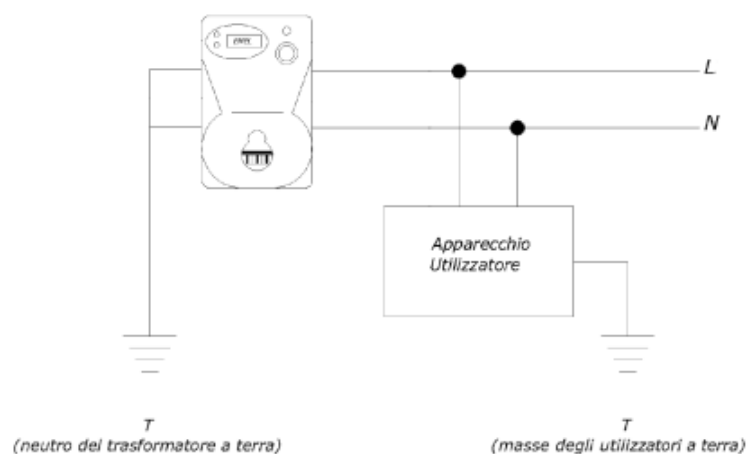
Corrente di corto circuito: 4,5 kA

Tensione di alimentazione: 230 V

Frequenza: 50 Hz

Potenza elettrica contrattuale: 3 kW

In relazione allo stato del neutro e alla situazione delle masse ogni sistema dovrà essere classificabile come TT, ovvero neutro collegato direttamente a terra e masse collegate a terra.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del presente progetto, così come nella loro realizzazione, sono state e dovranno essere tenute come riferimento nell'esecuzione dell'impianto, le norme CEI, le leggi in materia tecnica, le disposizioni tecniche-legislative e le circolari ministeriali vigenti nel settore elettrico. Di seguito si richiamano le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici.

- Legge 186/68 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni impianti elettrici ed elettronici.
- Decreto Legislativo n. 81/2008 "testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" con ss.mm.ii.
- D.M. n° 37 del 22/01/2008, per la sicurezza elettrica.
- CEI 17.5 fasc. 1913E, EN 60947 - 2: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2. Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-13/3 fasc. 1926, CEI 17-13/3VI fasc. 2504, EN 60439-3: Apparecchiature assemblate di protezione e di manovra per bassa tensione. Parte III: Prescrizioni particolari per apparecchiature assemblate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione ASD.
- CEI 20-22II, CEI 20-35 fasc. 688, CEI 20- 371 fasc. 739: Cavi isolati polivilicloruro di qualitàR2, tensione nominale 0,6/1 KV, tensione di prova 4 KV C.A. non propaganti l'incendio e la fiamma ed a ridotta emissione di gas corrosivi.
- CEI-22 II, CEI 20- 371 fasc. 739, CEI 20-11, CEI 20-34: Cavi isolati in gomma EPR ad alto modulo con guaina 0,6/1 KV non propaganti l'incendio e a fiamma a ridotta emissione di gas corrosivi.
- CEI 23-8 fasc. 335, CEE EL 26 1968: Tubi protettivi rigidi in PVC e loro accessori per installazione fissa per uso domestico e similare.
- CEI 23-9 fasc. 823, IEC 669-1: Apparecchi di comando non automatici interruttori per installazione fissa per uso domestico e similare.
- CEI 23-14 fasc. 297, CEI 23-14V2 fasc. 1250V: Tubi protettivi flessibili a base di cloruro di polivinile PVC e loro accessori per posa fissa.
- CEI 23- 16 fasc. S430, CEI 23-16V1 fasc. S436, CEI 23-16V2 fasc. S606: Prese a spina di tipi complementari, per installazione fissa e mobile, destinate ad usi domestici e similari.
- CEI 23-18 fasc. 532, CEI 23-18V1 fasc. S635, CEI 23-18V2 fasc. S718, CEI 23-18V3 fasc. 1077V, CEI 23-18V4 fasc. 1522V, IEC 1009 EN 61009: Interruttori differenziali per usi domestici e similari ed interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.

- CEI 23-22 fasc. 778: Canalette portacavi di materiale plastico per quadri elettrici.
- CEI 23-32 fasc. 1278, CEI 23-32 V1 fasc. 1903V: Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete.
- CEI 23-481 ediz. fasc. 2711: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari.
- CEI 23-49 fasc. 2730: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI 23-51 fasc. 2731: Prescrizioni per la realizzazione, verifiche e prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico o similare.
- CEI 61-108 fasc. 2355, CEI EN 60335-2-40: Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare. Norme particolari per le pompe di calore elettriche, per i condizionatori d'aria e per i deumidificatori.
- CEI 64-8/1 fasc. 1916: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 1 Oggetto scopo e principi fondamentali.
- CEI 64-8/2 fasc. 1917: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1000 in c.c. Parte 2 Definizioni.
- CEI 64-8/3 fasc. 1918: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 3 Caratteristiche generali.
- CEI 64-8/4 fasc. 1919: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 4 Prescrizioni per la sicurezza.
- CEI 64-8/5 fasc. 1920: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 5 Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 64-8/6 fasc. 1921: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Parte 6 Verifiche.
- CEI 64-8/7 fasc. 1922: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 15 in c.c. Parte 7 Ambienti ed applicazioni particolari.
- CEI 64-8, Cap. 37 (ex. V3): Ambienti residenziali - Prestazioni dell'impianto.
- CEI 64-12 fasc. 2093G: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- CEI 79-55 (CEI EN 50486): Apparecchiature per sistemi di citofonia e videocitofonia;
- CEI 103-1: Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50 : Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori ausiliari e telefonici.

- CEI 306-22: Guida Tecnica "Disposizioni per l'infrastrutturazione degli edifici con impianti di comunicazione elettronica.
- CEI EN 60728: Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi.
- CEI 100-7: Guida per l'applicazione delle Norme sugli impianti di ricezione televisiva.
- CEI 100-140: Guida per la scelta e installazione dei sostegni d'antenna per la ricezione televisiva.

3 IMPIANTO ELETTRICO PER UTENZE CONDOMINIALI

3.1 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

3.1.1 SCELTA DELLE CONDUTTURE

Portata delle condutture

La corrente trasportata dai conduttori nell'esercizio ordinario non deve far superare ai conduttori stessi la temperatura limite stabilita nelle rispettive Norme in relazione al tipo di isolante usato.

Isolamento dei cavi

I cavi delle linee di distribuzione principale sono di flessibile isolato con gomma speciale non propagante l'incendio ed a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, sigla di designazione N07G9-K AFUMEXI (norma CEI 20-22/II). I cavi sono posati in tubi corrugati incassati nella muratura. Il diametro dei tubi è superiore a 1,3 volte in diametro del relativo cavo o fascio di cavi.

I cavi facenti parte dei circuiti terminali e della distribuzione tipica civile sono di tipo sono di flessibile isolato con gomma speciale non propagante l'incendio ed a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, sigla di designazione N07G9-K AFUMEXI (norma CEI 20-22/II). I cavi sono posati in tubi corrugati incassati nella muratura. Il diametro dei tubi è superiore a 1,3 volte in diametro del relativo cavo o fascio di cavi.

Per il cablaggio all'interno dei quadri di distribuzione, cavi unipolari con isolamento in PVC qualità R2 antifiamma tipo NO7V-K ($U_0/U = 450/750$ V) e comunque adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiore a 450/750 V.

I cavi di segnalazione e comando se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti a tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

Scelta dei cavi e sezioni minime dei conduttori di fase e di neutro

Per la scelta dei cavi da usare in relazione alle condizioni di impiego ci si deve attenere alle prescrizioni della Normativa CEI, raccomandazioni sulla scelta e installazione dei cavi contenute nelle Norme CEI e secondo i criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI UNEL. Per ogni tipo di cavo la sezione minima da usare è quella specificata nelle rispettive Norme. I conduttori di neutro devono avere una sezione non inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase ad eccezione dei circuiti polifase con conduttori di fase superiore a 16 mm², nel cui caso può essere ridotta fino alla metà di quella dei conduttori di fase col minimo tuttavia di 16 mm² (rame) purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- il carico sia essenzialmente equilibrato e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;

- sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

In merito alla protezione del neutro, è vietato installare dispositivi di protezione che possano interrompere il neutro senza aprire contemporaneamente il conduttore o i conduttori di fase.

Colore distintivo dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL. In particolare, i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Sezione minima dei conduttori di terra e di protezione

Le sezioni dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano al dispersore di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non devono essere inferiori a quelle indicate nella Norma CEI 64-8. In particolare per i conduttori di protezione le sezioni minime devono essere:

- sezione del conduttore di protezione uguale al conduttore di fase aventi sezione inferiore a 16 mm² e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari a 16 mm² per conduttore di fase maggiore di 16 mm² e minore o uguale a 35 mm² e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari alla metà del conduttore di conduttore di fase maggiore a 35 mm²
- la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica; 4 mm se non è prevista una protezione meccanica.

Per il conduttore di terra la sezione deve essere non inferiore a quella dei conduttori di protezione di cui ai punti precedenti e con i seguenti valori minimi:

- per i conduttori di rame protetti meccanicamente e contro la corrosione il valore minimo di tale sezione deve essere non inferiore a 16 mm² (rame);
- per i conduttori di cui sopra, ma non protetti contro la corrosione, la sezione minima deve essere non inferiore a 25 mm² (rame).

Per quanto non espressamente menzionato si rimanda alla Norma CEI 64-8.

Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione, giunzione dei conduttori, canali

Tutte le condutture elettriche interrate, incassate all'interno di strutture in calcestruzzo o in vista saranno posate entro tubi protettivi a base di polivinilcloruro (PVC). Per posa in vista si useranno tubi

in PVC rigido tipo pesante o guaine flessibili completi di scatole di derivazione IP55, raccordi e pressacavi IP65. Il diametro interno dei tubi non deve essere inferiore a 16 mm. Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Le curve devono essere effettuate con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. Ad ogni brusca deviazione resa necessaria da strutture murarie o da altri impedimenti, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione o pozzetti. Le giunzioni dei conduttori devono essere comunque effettuate mediante morsettiere o morsetti contenuti entro cassette e la conducibilità, l'isolamento, e la sicurezza dell'impianto non devono venire alterate da tali giunzioni (non sono ammesse in tutti i casi giunzioni all'interno delle tubazioni). Tutti i tubi di materiale termoplastico devono essere del tipo pesante (rigido o flessibile). Le tubazioni posate all'esterno devono essere adatte per posa interrata e opportunamente protette (tubi corrugati di tipo pesante a doppia parete e interrati a non meno di 50 cm). Tutte le tubazioni e cavidotti dovranno essere conformi alla Norme CE EN 50086.

I tubi e i canali 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 riscaldamenti, sgocciolamenti, formazioni di condensa, ecc. Quando una conduttura elettrica sia posta nelle immediate vicinanze di una conduttura non elettrica, devono essere soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

- le condutture elettriche devono essere protette in modo adeguato contro i pericoli che potrebbero derivare dalla presenza di condutture di altri servizi;
- la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata in accordo con le prescrizioni della Norma CEI 64-8 contro i contatti indiretti, considerando le condutture metalliche non elettriche come masse estranee.

Collegamento equipotenziale principale

Devono essere collegati al collettore o nodo principale di terra:

- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- il conduttore di terra;

Sezioni minime dei conduttori equipotenziali principali

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto con un minimo di 6 mm².

3.1.2 CADUTE DI TENSIONE

Una eccessiva caduta di tensione determina elevate perdite di energia attraverso i cavi pregiudicando l'efficienza dell'impianto elettrico. È necessario quindi non superare il 4 %.

Il valore della caduta di tensione è determinato mediante la seguente formula:

$$\Delta U = k \times I_n \times L \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

dove:

I_n = corrente nominale;

k = coefficiente pari a 2 per circuiti monofasi e 1,73 per i circuiti trifasi;

L = lunghezza della linea;

R = resistenza del cavo;

X = reattanza del cavo;

$\cos \varphi$ = fattore di potenza.

In percentuale si ha: $\Delta U\% = (\Delta U/U_0) \times 100$

dove:

ΔU = caduta di tensione;

U_0 = tensione nominale della linea.

3.1.3 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI

Secondo la Norma CEI 64/8-4, i dispositivi di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono soddisfare le seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_Z = portata in regime permanente della conduttura;

I_n = corrente nominale del circuito di protezione;

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Il valore di I_Z è determinata con specifico software inserendo in input i dati caratteristici del cavo (sezione, tipologia, tipo-posa, ecc.), i dati ottenuti dall'elaborazione sono stati riportati nelle tabelle allegate allo schema unifilare dell'impianto.

Nota - Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_n è la corrente di regolazione scelta.

3.1.4 PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO

Le correnti di cortocircuito possono essere fonte di pericolo dovuti a effetti termici e meccanici o di invecchiamento precoce dell'isolamento dei conduttori. Al fine di assicurare la protezione contro il cortocircuito devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

1. il potere di interruzione dei dispositivi di protezione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione ($I_{cc} < P.I.$);
2. l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione ($I^2 t$), data dal quadrato della corrente effettiva di cortocircuito per la durata dell'evento, deve essere inferiore o uguale a quella massima consentita per non portare la conduttura alla temperatura limite ammissibile ($K^2 S^2$), data dal prodotto fra il quadrato di un coefficiente funzione del tipo di isolante del cavo e il quadrato della sezione del cavo stesso, secondo la seguente relazione che deve essere verificata, qualunque sia il punto della conduttura interessato dal cortocircuito:

$$(I^2 t) < (K^2 S^2)$$

dove:

$I^2 t$ noto come integrale di Joule rappresenta l'energia specifica passante lasciata passare dal dispositivo di protezione per la durata del cortocircuito. Tale valore viene fornito dal costruttore della protezione. I è la corrente di cortocircuito, t è il tempo di eliminazione del guasto.

K è un coefficiente che dipende dal tipo di conduttore e dal suo isolamento:

$K = 115$ per i conduttori in rame con isolante in PVC;

$K = 135$ per i conduttori in rame con isolante in gomma ordinaria o butilica;

$K = 143$ per i conduttori in rame con isolante in EPR e propilene reticolato;

S è sezione dei conduttori da proteggere espressa in mm².

Nota – Se, come in questo caso, i dispositivi di protezione devono proteggere i circuiti sia contro il sovraccarico che contro il cortocircuito, allora questi devono essere necessariamente installati a monte del circuito da proteggere.

3.1.5 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Per contatto diretto si intende il contatto di persone con parti attive (sotto tensione).

Al fine di prevenire i rischi derivanti da questo tipo di contatto, in accordo alla norma CEI 64-8 dovranno essere adottati i seguenti materiali e/o provvedimenti:

- conduttori rivestiti con materiale isolante che può essere rimosso solo mediante distruzione e resistente agli sforzi meccanici, elettrici e termici cui possono essere soggetti durante l'esercizio;

- interruttori di tipo chiuso in scatola isolante;
- involucri (cassette, canalizzazioni, ecc.) con grado di protezione minimo IP4X, la cui apertura risulti possibile solo con uso di chiave o utensile (da affidarsi a persona addestrata), oppure con interblocco (sezionamento delle parti attive che consente di richiudere il circuito dopo aver richiuso l'involucro).

Si osserva che l'uso di interruttori differenziali ad alta sensibilità comporta una protezione addizionale anche contro il pericolo di contatti diretti. installati interruttori magnetotermici differenziali con $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ a protezione dei circuiti in uscita.

3.1.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, che prevede il coordinamento tra la misura di protezione offerta dall'impianto di terra e dai dispositivi di protezione dai contatti indiretti. Le protezioni contro i contatti indiretti sono intese a prevenire i pericoli derivanti dal cedimento dell'isolamento delle parti conduttrici e che per questo possono portare in tensione le carcasse metalliche. Secondo la norma CEI 64-8 la tensione di contatto limite dovrà essere non superiore a 50 V per un tempo non superiore a 5s. Per garantire quanto richiesto, la protezione contro questo tipo di contatti dovrà essere realizzata mediante il coordinamento tra l'impianto di terra e gli interruttori differenziali montati sul quadro generale, ovvero l'impianto di terra dovrà essere dimensionato e gli interruttori differenziali dovranno essere scelti in modo che risulti soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$R_t < 50/I_{\Delta}$$

dove:

R_t è la resistenza dell'impianto di terra, in ohm, nelle condizioni più sfavorevoli;

I_{Δ} è il valore, in ampere, della corrente di intervento in 5s del dispositivo differenziale di protezione posto a monte dei singoli impianti utilizzatori.

Le caratteristiche dell'impianto di terra e le modalità di esecuzione sono dettagliate nel relativo paragrafo, quelle degli interruttori differenziali sono rilevabili dagli schemi dei quadri allegati.

3.2 IMPIANTI ELETTRICI PREVISTI

3.2.1 QUADRO ELETTRICO GENERALE

I quadri dovranno essere installati nella posizione indicate nelle planimetrie. Le manovre d'inserimento e disinserimento dei circuiti dovranno essere possibili agendo direttamente sui quadri e/o su interruttori comando luci. I quadri elettrici di bassa tensione saranno realizzati in conformità alle norme CEI 23-51, le carpenterie saranno realizzate in PVC con grado di protezione almeno IP40. Il cablaggio delle apparecchiature interne sarà effettuato con corde tipo N07V-K di sezione adeguata e di colorazione specificata dalle tabelle CEI-UNEL, come di seguito riportata:

- Conduttori di fase - nero, grigio (cenere), o marrone;
- Conduttori di neutro - celeste, o blu;
- Conduttori di protezione - giallo-verde;
- Conduttori equipotenziali e di terra - giallo-verde.

Il grado di protezione dei quadri dovrà essere non inferiore a quello previsto negli ambienti nei quali sono installati. L'accesso alle parti interne dei quadri dovrà essere reso possibile solo dopo aver smontato i pannelli di chiusura con appositi attrezzi. Nei quadri dovranno essere installate tutte le apparecchiature destinate alla protezione e all'alimentazione di tutte le linee a servizio delle utenze presenti, così come indicato negli schemi allegati. Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da ospitare tutte le apparecchiature indicate nello schema elettrico unifilare. Le apparecchiature di segnalazione e di comando poste sul fronte dei quadri dovranno essere identificate a mezzo di targhette in materiale termoplastico opportunamente fissate. Tutti i collegamenti verranno realizzati mediante cavi in rame isolati in PVC, con sezioni tali da minimizzare la caduta di tensione e il mantenimento delle condizioni di massima sicurezza.

3.2.2 LINEE DI DISTRIBUZIONE

La distribuzione dell'energia elettrica alle varie utenze dovrà avvenire tramite il collegamento delle stesse ai quadri. La distribuzione principale e le derivazioni verso le macchine e le apparecchiature elettriche, dovrà avvenire per mezzo di conduttori in formazione multipolare o unipolare infilati in tubo in PVC di dimensione e diametro idoneo.

Tutte le linee di distribuzione dovranno essere realizzate in modo da rispettare il grado di protezione richiesto dalla tipologia di impianto necessaria nella zona di interesse.

3.2.3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Impianto di illuminazione ordinario condominiale

In linea generale, i corpi illuminanti dovranno essere, per quanto possibile, fuori dalla portata di mano delle persone. Negli ambienti di passaggio dovranno essere collocati e protetti in modo che non possano essere danneggiati da urti o da altre azioni meccaniche: quando esistano specifici pericoli, i corpi illuminanti dovranno essere provvisti di adeguate difese e/o protezioni. Il sistema di illuminazione sarà composto da lampade elettronica fluorescente tipo SL o PL, max 23 W.

Il comando dei corpi illuminanti sarà a pulsante luminoso posto nei pianerottoli condominiali.

Il numero e l'ubicazione degli apparecchi è rilevabile dalla planimetria allegata.

Impianto di illuminazione di sicurezza vano scala

Nel seguente progetto è prevista l'illuminazione di sicurezza per il vano scala che permetta di facilitare l'esodo in caso di mancanza di energia elettrica. L'illuminamento minimo, su un piano orizzontale a un metro di altezza dal piano di calpestio, sulle scale e in corrispondenza delle porte esso non deve essere inferiore a 5 lux. L'autonomia delle lampade dovrà essere non inferiore ad 1 ora. L'alimentazione di questi corpi illuminanti dovrà avvenire con circuiti distinti da quelli per usi diversi. Il circuito dedicato all'illuminazione di emergenza, comandato da un interruttore specifico sul quadro generale, consentirà di effettuare i test di funzionamento ed autonomia di tutti apparecchi contemporaneamente.

3.2.4 IMPIANTO DI FORZA MOTRICE

Gli impianti d'alimentazione degli utilizzatori fissi, delle macchine e delle prese a spine hanno origine dal quadro generale di distribuzione posto all'interno dell'immobile. Ogni utilizzatore, macchina o prese a spina è alimentato normalmente da un circuito protetto a monte contro le sovracorrenti ed i contatti indiretti. Nel caso specifico i carichi principali sono costituiti dall'impianto di climatizzazione, altri carichi sono quelli collegati occasionalmente alle prese a spina presenti sulle pareti del locale.

A secondo dei casi, i cavi saranno posati, nei loro percorsi principali e secondari in:

- tubi di PVC flessibile posati sotto traccia, di dimensioni opportune;
- tubi di PVC rigido posati a vista, di dimensioni opportune;
- canalina in PVC posati a vista, di dimensioni opportune.

Le cassette di derivazione, sono in metallo o in materiale isolante termoplastico e conformi alla norma CEI 23-48 ed alla Norma CEI 64-8/4. Il grado di protezione non è inferiore ad IP 4X, con coperchi fissati con viti e caratteristiche di reazione al fuoco con prova al filo incandescente maggiore di 650° C.

3.2.5 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto elettrico utilizzatore dovrà essere provvisto di un proprio impianto di terra al quale dovranno essere collegati tutte le masse (parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico

che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale) e le masse estranee (parte conduttrice, che non fa parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra, in casi particolari si considerano masse estranee quelle suscettibili di introdurre altri potenziali). Nel caso specifico dovranno essere collegate all'impianto di terra le eventuali macchine, il polo di terra delle prese, la tubazione del gas e quella dell'acqua se metallica, e tutte le carcasse metalliche in genere. Anche tutti i pali facenti parte dell'impianto di illuminazione pubblica dovranno essere debitamente collegati a terra. L'impianto di terra dovrà essere realizzato in accordo alle prescrizioni delle norme CEI 11-8, CEI 64-8. La resistenza di terra risultante, misurata ai morsetti di ciascuna presa o apparecchio utilizzatore, dovrà essere tale da soddisfare quanto richiesto nel paragrafo relativo alla protezione contro i contatti indiretti.

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto è il TT. L'impianto di terra deve essere unico per tutto l'edificio. Il dispersore di terra ed i conduttori di protezione, sono dimensionati in modo da essere coordinati con i dispositivi di protezione ed assolvere alla protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione. E' presente un dispersore di terra a picchetto della lunghezza di 1,5 metri.

Dispensori di terra

I dispersori di terra dovranno essere costituiti da picchetti in profilato di acciaio zincato a caldo 50x50x5 mm di altezza non inferiore a 1,5 m posto in intimo contatto con il terreno. Il dispersore dovrà essere infisso all'interno di un pozzetto prefabbricato e collegato all'impianto di terra. Tutti i dispersori saranno collegati tra loro mediante corda in rame nudo da 35 mm². Tutti i collegamenti dovranno essere realizzati con morsettiera apposita e bulloni in acciaio inox.

Collettore (o nodo) principale di terra

Al collettore di terra dovranno essere collegati:

- il conduttore di terra proveniente dal dispersore;
- i conduttori di protezione delle linee;
- i conduttori equipotenziali principali.

Il collettore dovrà essere meccanicamente robusto e dovrà mantenere nel tempo la continuità elettrica. Il collettore di terra dovrà essere installato all'interno del quadro generale.

4 IMPIANTO ELETTRICO PER CIVILI ABITAZIONI

4.1 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

4.1.1 PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO

Il capitolo 37 della Norma CEI 64-8 fornisce indicazioni per realizzare impianti elettrici con tre livelli di complessità standardizzati. Prescrive quali caratteristiche specifiche devono essere introdotte in fatto di prestazioni, risparmio energetico e comfort abitativo, garantendo una maggiore dotazione di componenti in funzione del livello di complessità prescelto. A tal proposito sono stati introdotti tre diversi livelli prestazionali e di fruibilità a cui ci si deve riferire per la realizzazione dell'impianto elettrico domestico. Per ciascun livello la Norma fornisce le dotazioni minime. Il primo livello è quello base, obbligatorio per la conformità dell'impianto alla Norma CEI 64-8. Questo livello di base garantisce all'utilizzatore un impianto non solo sicuro, ma anche con un livello funzionale sufficiente. I livelli due e tre, non obbligatori, hanno lo scopo di valorizzare impianti con prestazioni più elevate del minimo necessario. Il livello due è più elevato del livello uno e prevede prestazioni maggiori come, ad esempio, un numero maggiore di prese di corrente e di circuiti, il videocitofono, il sistema di antintrusione ed il controllo dei carichi elettrici. Il terzo livello indica un impianto innovativo e di pregio e prevede, fra l'altro, anche le funzioni domotiche..

Per le unità abitative in oggetto è stato scelto il livello 1.

Per la definizione del numero minimo di circuiti e delle altre dotazioni minime obbligatorie, insieme al livello prestazionale prescelto è stato tenuto in conto anche la superficie abitativa. La superficie considerata è quella calpestabile, espressa in metri quadrati, escludendo dalla metratura eventuali pertinenze dell'abitazione, come box o giardino. A seconda della superficie calpestabile verrà dimensionato l'impianto per la potenza impiegabili indicata dalla Norma. Tutto questo è indipendente dal contratto che l'utente stipulerà con il Distributore di energia elettrica. Questo dà la possibilità di richiedere un incremento di potenza impegnabile fino al suo massimo valore possibile, senza modificare l'impianto. Per le unità abitative in oggetto ($S > 75 \text{ m}^2$), occorre che il montante sia dimensionato almeno per una corrente corrispondente a 6 kW e il centralino sia già adeguato a 6 kW, anche se l'utente avrà un contratto di fornitura da 3 kW.

4.1.2 SCELTA DELLE CONDUTTURE

Portata delle condutture

La corrente trasportata dai conduttori nell'esercizio ordinario non deve far superare ai conduttori stessi la temperatura limite stabilita nelle rispettive Norme in relazione al tipo di isolante usato.

Isolamento dei cavi

I cavi delle linee di distribuzione principale sono di tipo con isolamento in PVC (FROR oppure N07V-K), non propagante l'incendio (norma CEI 20-22/II). I cavi sono posati in tubi corrugati incassati nella muratura. Il diametro dei tubi è superiore a 1,3 volte in diametro del relativo cavo o fascio di cavi.

I cavi facenti parte dei circuiti terminali e della distribuzione tipica civile sono di tipo con isolamento in PVC (FROR oppure N07V-K), non propagante l'incendio (norma CEI 20-22/II). I cavi sono posati in tubi corrugati incassati nella muratura. Il diametro dei tubi è superiore a 1,3 volte in diametro del relativo cavo o fascio di cavi.

Per il cablaggio all'interno dei quadri di distribuzione, cavi unipolari con isolamento in PVC qualità R2 antifiamma tipo N07V-K ($U_0/U = 450/750$ V) e comunque adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiore a 450/750 V.

I cavi di segnalazione e comando se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti a tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

Scelta dei cavi e sezioni minime dei conduttori di fase e di neutro

Per la scelta dei cavi da usare in relazione alle condizioni di impiego ci si deve attenere alle prescrizioni della Normativa CEI, raccomandazioni sulla scelta e installazione dei cavi contenute nelle Norme CEI e secondo i criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI UNEL. Per ogni tipo di cavo la sezione minima da usare è quella specificata nelle rispettive Norme. I conduttori di neutro devono avere una sezione non inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase ad eccezione dei circuiti polifase con conduttori di fase superiore a 16 mm², nel cui caso può essere ridotta fino alla metà di quella dei conduttori di fase col minimo tuttavia di 16 mm² (rame) purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- il carico sia essenzialmente equilibrato e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;
- sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

In merito alla protezione del neutro, è vietato installare dispositivi di protezione che possano interrompere il neutro senza aprire contemporaneamente il conduttore o i conduttori di fase.

Colore distintivo dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL. In particolare, i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Sezione minima dei conduttori di terra e di protezione

Le sezioni dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano al dispersore di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non devono essere inferiori a quelle indicate nella Norma CEI 64-8. In particolare per i conduttori di protezione le sezioni minime devono essere:

- sezione del conduttore di protezione uguale al conduttore di fase aventi sezione inferiore a 16 mm^2 e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari a 16 mm^2 per conduttore di fase maggiore di 16 mm^2 e minore o uguale a 35 mm^2 e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari alla metà del conduttore di conduttore di fase maggiore a 35 mm^2
- la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a $2,5 \text{ mm}^2$ se è prevista una protezione meccanica; 4 mm se non è prevista una protezione meccanica.

Per il conduttore di terra la sezione deve essere non inferiore a quella dei conduttori di protezione di cui ai punti precedenti e con i seguenti valori minimi:

- per i conduttori di rame protetti meccanicamente e contro la corrosione il valore minimo di tale sezione deve essere non inferiore a 16 mm^2 (rame);
- per i conduttori di cui sopra, ma non protetti contro la corrosione, la sezione minima deve essere non inferiore a 25 mm^2 (rame).

Per quanto non espressamente menzionato si rimanda alla Norma CEI 64-8.

Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione, giunzione dei conduttori, canali

Tutte le condutture elettriche interrate, incassate o in vista saranno posate entro tubi protettivi a base di polivinilcloruro (PVC). Per posa in vista si useranno tubi in PVC rigido tipo pesante o guaine flessibili completi di scatole di derivazione IP55, raccordi e pressacavi IP65. Il diametro interno dei tubi non deve essere inferiore a 16 mm . Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Le curve devono essere effettuate con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. Ad ogni brusca deviazione resa necessaria da strutture murarie o da altri impedimenti, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione o pozzetti. Le giunzioni dei conduttori devono essere comunque effettuate mediante morsettiere o morsetti contenuti entro cassette e la conducibilità, l'isolamento, e la sicurezza dell'impianto non devono venire alterate da tali giunzioni (non sono ammesse in tutti i casi giunzioni all'interno delle tubazioni). Tutti i tubi di materiale termoplastico devono essere del tipo pesante (rigido o flessibile). Le

tubazioni posate all'esterno devono essere adatte per posa interrata e opportunamente protette (tubi corrugati di tipo pesante a doppia parete e interrati a non meno di 50 cm). Tutte le tubazioni e cavidotti dovranno essere conformi alla Norme CE EN 50086.

I tubi e i canali 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 riscaldamenti, sgocciolamenti, formazioni di condensa, ecc. Quando una conduttura elettrica sia posta nelle immediate vicinanze di una conduttura non elettrica, devono essere soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

- le condutture elettriche devono essere protette in modo adeguato contro i pericoli che potrebbero derivare dalla presenza di condutture di altri servizi;
- la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata in accordo con le prescrizioni della Norma CEI 64-8 contro i contatti indiretti, considerando le condutture metalliche non elettriche come masse estranee.

Collegamento equipotenziale principale

Devono essere collegati al collettore o nodo principale di terra:

- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- il conduttore di terra.

Sezioni minime dei conduttori equipotenziali principali

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto con un minimo di 6 mm².

4.1.3 CADUTE DI TENSIONE

Una eccessiva caduta di tensione determina elevate perdite di energia attraverso i cavi pregiudicando l'efficienza dell'impianto elettrico. È necessario quindi non superare il 4 %.

Il valore della caduta di tensione è determinato mediante la seguente formula:

$$\Delta U = k \times I_n \times L \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

dove:

I_n = corrente nominale;

k = coefficiente pari a 2 per circuiti monofasi e 1,73 per i circuiti trifasi;

L = lunghezza della linea;

R = resistenza del cavo;

X = reattanza del cavo;

$\cos \varphi$ = fattore di potenza.

In percentuale si ha: $\Delta U\% = (\Delta U/U_0) \times 100$

dove:

ΔU = caduta di tensione;

U_0 = tensione nominale della linea.

4.1.4 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI

Secondo la Norma CEI 64/8-4, i dispositivi di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono soddisfare le seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad e \quad I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_Z = portata in regime permanente della conduttura;

I_N = corrente nominale del circuito di protezione;

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Il valore di I_Z è determinata con specifico software inserendo in input i dati caratteristici del cavo (sezione, tipologia, tipo-posa, ecc.), i dati ottenuti dall'elaborazione sono stati riportati nelle tabelle allegate allo schema unifilare dell'impianto.

Nota - Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_N è la corrente di regolazione scelta.

4.1.5 PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO

Le correnti di cortocircuito possono essere fonte di pericolo dovuti a effetti termici e meccanici o di invecchiamento precoce dell'isolamento dei conduttori. Al fine di assicurare la protezione contro il cortocircuito devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

1. il potere di interruzione dei dispositivi di protezione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione ($I_{cc} < P.I.$);
2. l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione ($I^2 t$), data dal quadrato della corrente effettiva di cortocircuito per la durata dell'evento, deve essere inferiore o uguale a quella massima consentita per non portare la conduttura alla temperatura limite ammissibile ($K^2 S^2$), data dal prodotto fra il quadrato di un coefficiente funzione del tipo di isolante del cavo e il quadrato della sezione del cavo stesso, secondo la seguente relazione che deve essere verificata, qualunque sia il punto della conduttura interessato dal cortocircuito:

$$(I^2 t) < (K^2 S^2)$$

dove:

I^2t noto come integrale di Joule rappresenta l'energia specifica passante lasciata passare dal dispositivo di protezione per la durata del cortocircuito. Tale valore viene fornito dal costruttore della protezione. I è la corrente di cortocircuito, t è il tempo di eliminazione del guasto.

K è un coefficiente che dipende dal tipo di conduttore e dal suo isolamento:

$K = 115$ per i conduttori in rame con isolante in PVC;

$K = 135$ per i conduttori in rame con isolante in gomma ordinaria o butilica;

$K = 143$ per i conduttori in rame con isolante in EPR e propilene reticolato;

S è sezione dei conduttori da proteggere espressa in mm^2 .

Nota – Se, come in questo caso, i dispositivi di protezione devono proteggere i circuiti sia contro il sovraccarico che contro il cortocircuito, allora questi devono essere necessariamente installati a monte del circuito da proteggere.

4.1.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Per contatto diretto si intende il contatto di persone con parti attive (sotto tensione).

Al fine di prevenire i rischi derivanti da questo tipo di contatto, in accordo alla norma CEI 64-8 dovranno essere adottati i seguenti materiali e/o provvedimenti:

- conduttori rivestiti con materiale isolante che può essere rimosso solo mediante distruzione e resistente agli sforzi meccanici, elettrici e termici cui possono essere soggetti durante l'esercizio;
- interruttori di tipo chiuso in scatola isolante;
- involucri (cassette, canalizzazioni, ecc.) con grado di protezione minimo IP4X, la cui apertura risulti possibile solo con uso di chiave o utensile (da affidarsi a persona addestrata), oppure con interblocco (sezionamento delle parti attive che consente di richiudere il circuito dopo aver richiuso l'involucro).

Si osserva che l'uso di interruttori differenziali ad alta sensibilità comporta una protezione addizionale anche contro il pericolo di contatti diretti. Installati interruttori magnetotermici differenziali con $I_{\Delta n} = 30$ mA a protezione dei circuiti in uscita.

4.1.7 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, che prevede il coordinamento tra la misura di protezione offerta dall'impianto di terra e dai dispositivi di protezione dai contatti indiretti. Le protezioni contro i contatti indiretti sono intese a prevenire i pericoli derivanti dal cedimento dell'isolamento delle parti conduttrici e che per questo possono portare in tensione le carcasse metalliche. Secondo la norma CEI 64-8 la tensione di

contatto limite dovrà essere non superiore a 50 V per un tempo non superiore a 5s. Per garantire quanto richiesto, la protezione contro questo tipo di contatti dovrà essere realizzata mediante il coordinamento tra l'impianto di terra e gli interruttori differenziali montati sul quadro generale, ovvero l'impianto di terra dovrà essere dimensionato e gli interruttori differenziali dovranno essere scelti in modo che risulti soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$R_t < 50/I_d$$

dove:

R_t è la resistenza dell'impianto di terra, in ohm, nelle condizioni più sfavorevoli;

I_d è il valore, in ampere, della corrente di intervento in 5s del dispositivo differenziale di protezione posto a monte dei singoli impianti utilizzatori.

Le caratteristiche dell'impianto di terra e le modalità di esecuzione sono dettagliate nel relativo paragrafo, quelle degli interruttori differenziali sono rilevabili dagli schemi dei quadri allegati.

4.2 IMPIANTI ELETTRICI PREVISTI

4.2.1 QUADRO ELETTRICO GENERALE

I quadri dovranno essere installati nella posizione indicate nelle planimetrie. Le manovre d'inserimento e disinserimento dei circuiti dovranno essere possibili agendo direttamente sui quadri e/o su interruttori comando luci. I quadri elettrici di bassa tensione saranno realizzati in conformità alle norme CEI 23-51, le carpenterie saranno realizzate in PVC con grado di protezione almeno IP40. Il cablaggio delle apparecchiature interne sarà effettuato con corde tipo N07V-K di sezione adeguata e di colorazione specificata dalle tabelle CEI-UNEL, come di seguito riportata:

- Conduttori di fase - nero, grigio (cenere), o marrone;
- Conduttori di neutro - celeste, o blu;
- Conduttori di protezione - giallo-verde;
- Conduttori equipotenziali e di terra - giallo-verde.

Il grado di protezione dei quadri dovrà essere non inferiore a quello previsto negli ambienti nei quali sono installati. L'accesso alle parti interne dei quadri dovrà essere reso possibile solo dopo aver smontato i pannelli di chiusura con appositi attrezzi. Nei quadri dovranno essere installate tutte le apparecchiature destinate alla protezione e all'alimentazione di tutte le linee a servizio delle utenze presenti, così come indicato negli schemi allegati. Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da ospitare tutte le apparecchiature indicate nello schema elettrico unifilare. Le apparecchiature di segnalazione e di comando poste sul fronte dei quadri dovranno essere identificate a mezzo di targhette in materiale termoplastico opportunamente fissate. Tutti i collegamenti verranno realizzati mediante cavi in rame isolati in PVC, con sezioni tali da minimizzare la caduta di tensione e il mantenimento delle condizioni di massima sicurezza.

La nuova variante V3 della Norma 64-8 prescrive il numero minimo dei circuiti necessari per le abitazioni, in base al livello prestazionale dell'impianto (1, 2 o 3) e alla sua superficie. Nel caso in oggetto per il livello 1 ed unità abitative tra i 50 m² ed 75 m² il numero minimo dei circuiti è 3, inoltre la stessa Norma prescrive la suddivisione in parallelo dei circuiti terminali dell'abitazione su almeno due interruttori differenziali. In tal modo si garantisce una maggior continuità del servizio, infatti, in caso di guasto, una parte dell'impianto resterà sempre attiva. Per maggiori dettagli si rimanda allo schema unifilare allegato alla documentazione di progetto.

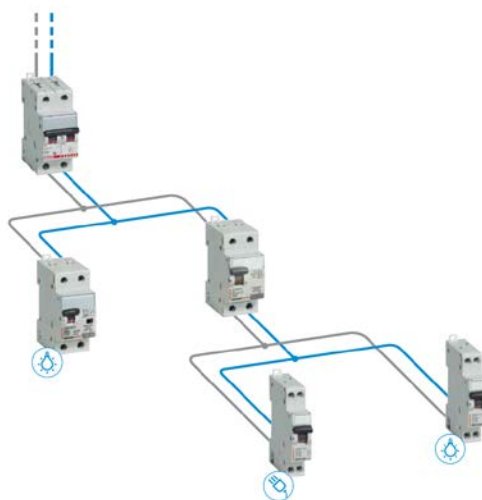


Figura 1-Schema interruttori differenziali

4.2.2 LINEE DI DISTRIBUZIONE E MONTANTE

La distribuzione dell'energia elettrica alle varie utenze dovrà avvenire tramite il collegamento delle stesse ai quadri. La distribuzione principale e le derivazioni verso le utenze e le apparecchiature elettriche, dovrà avvenire per mezzo di conduttori in formazione multipolare o unipolare infilati in tubo in PVC di dimensione e diametro idoneo.

Tutte le linee di distribuzione dovranno essere realizzate in modo da rispettare il grado di protezione richiesto dalla tipologia di impianto necessaria nella zona di interesse. I tubi corrugati e le cassette di derivazione, sono in materiale isolante termoplastico e conformi alla norma CEI 23-48 ed alla Norma CEI 64-8/4. Il sistema di distribuzione è realizzato con posa sottotraccia. Per maggiori dettagli si rimanda alle planimetrie allegate alla documentazione di progetto.

Con la nuova Norma CEI 64-8 continuano a valere i noti criteri di dimensionamento e di protezione del montante a cui si aggiunge l'obbligatorietà della sezione minima pari a 6 mm². Il montante è quel tratto di conduttura che collega il gruppo di misura, di proprietà del Distributore, con il quadro elettrico dell'impianto, posto nell'abitazione. Il montante sarà realizzato "senza masse" (cioè in doppio isolamento o isolamento equivalente). In questo modo, infatti, il montante risulterà per costruzione protetto dai contatti indiretti e, quindi, non sarà necessario alcun interruttore differenziale alla sua base. Ciò sarà ottenuto utilizzando per il montante cavi unipolari posti in un unico tubo protettivo isolante, in alternativa potranno essere usati cavi multipolari con guaina, alloggiati anche con altri montanti nello stesso tubo. Resta inteso che il montante sarà comunque protetto dal

sovraccarico e dal cortocircuito tramite un interruttore magnetotermico ($I_n=32A$) posto subito a valle del contatore di energia elettrica.

4.2.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico si prefigge il compito di mitigare i consumi annui di energia elettrica e quindi di prevedere, dopo il tempo di utilizzo, un beneficio in termini di costi vivi per le necessità dell'abitazione. L'impianto di cui sarà dotata l'unità abitativa è di tipo **grid-connected** ovvero è collegato in parallelo alla rete elettrica di distribuzione, ed è progettato per immettere nella stessa rete l'energia elettrica prodotta e non autoconsumata, diventando di fatto delle piccole "centrali elettriche". L'impianto è composto da più moduli fotovoltaici collegati tra loro in modo, 4 per ogni alloggio, da formare una "stringa" che alimenta l'apparecchiatura elettronica di conversione (inverter) che adatta l'energia prodotta dai moduli agli standard di rete del distributore. La misura dell'energia prelevata dalla rete elettrica del Distributore e di quella prodotta dall'impianto fotovoltaico e ceduta in rete avviene mediante un contatore elettrico bidirezionale per ogni singolo alloggio. Per maggiori dettagli si rimanda alla relativa documentazione di progetto.

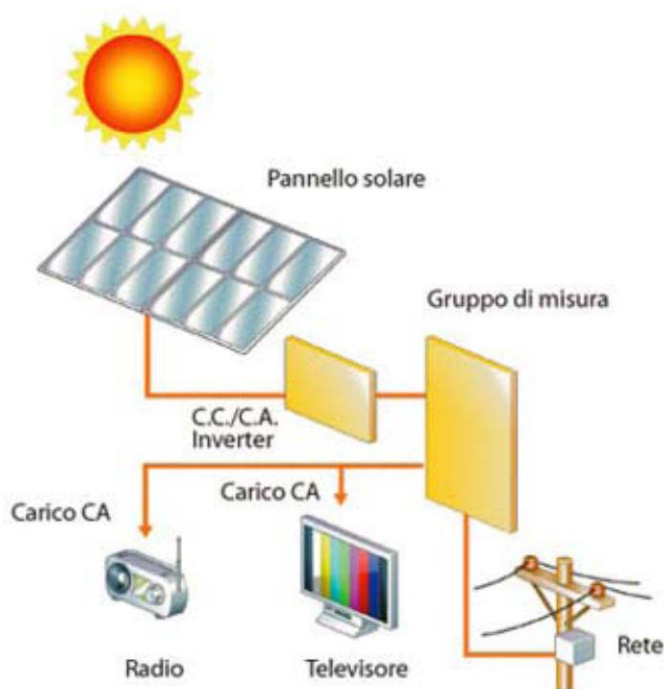


Figura 2-Sistema di funzionamento "connessione in rete"

4.2.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

In linea generale, i corpi illuminanti dovranno essere, per quanto possibile, fuori dalla portata di mano delle persone. Negli ambienti di passaggio dovranno essere collocati e protetti in modo che

non possano essere danneggiati da urti o da altre azioni meccaniche: quando esistano specifici pericoli, i corpi illuminanti dovranno essere provvisti di adeguate difese e/o protezioni.

Ogni stanza degli alloggi avrà un punto luce, mentre il locale servizi ne avrà anche uno a parete. Per maggiori dettagli si rimanda alle planimetrie allegate alla documentazione di progetto.

4.2.5 IMPIANTO DI FORZA MOTRICE

Saranno previsti i seguenti punti di utilizzazione per prese a spina con portata 10/16 A:

- n. 5 in soggiorno distribuite sulle differenti pareti;
- n. 4 in camera;
- n. 5 in cucina;
- n. 2 in bagno.

Il numero e l'ubicazione degli apparecchi è rilevabile dalla planimetria allegata ai documenti di progetto.

Gli impianti d'alimentazione degli utilizzatori fissi, delle macchine e delle prese a spine hanno origine dal quadro generale di distribuzione posto all'interno dell'immobile. Ogni utilizzatore, macchina o prese a spina è alimentato normalmente da un circuito protetto a monte contro le sovracorrenti ed i contatti indiretti. Nel caso specifico i carichi principali sono costituiti dalle utenze presenti in cucina (forno elettrico e lavastoviglie) ed eventualmente dall'impianto di climatizzazione, altri carichi sono quelli collegati occasionalmente alle prese a spina presenti nelle varie camere. A tal proposito la nuova variante V3 della Norma 68-4 sottolinea che nel realizzare le linee che alimentano le varie prese a spina il cosiddetto "entra-esci" è ammesso se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- le prese da collegare sono nella medesima scatola, oppure in due scatole successive (nuovo requisito: CEI 64-8, articolo A.3.3).
- i morsetti sono destinati a tale scopo oppure sono dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare e se la corrente ammissibile su questi terminali non è inferiore a quella del circuito.



4.2.6 LOCALI BAGNI E DOCCE

I locali contenenti bagni o docce sono classificati, con riferimento alla sicurezza contro i contatti elettrici (diretti e indiretti), come luoghi a rischio aumentato. Nei locali contenenti bagni o docce è saranno previste particolari precauzioni al fine di evitare condizioni pericolose per le persone. La progettazione e l'installazione degli impianti elettrici nei locali contenenti bagni e docce devono rispondere, oltre che alle prescrizioni generali di sicurezza della norma CEI 64-8, anche a particolari requisiti di sicurezza che riducono il rischio relativo ai contatti diretti o indiretti tipico dell'ambiente bagno. In sostanza quanto più ci si avvicina alla vasca da bagno o alla doccia tanto più le condizioni di pericolo sono gravi. In funzione della pericolosità, nei locali bagno e doccia la norma CEI 64-8 (alla sez. 701) individua quattro zone, caratterizzate da un pericolo decrescente a mano a mano che ci si allontana dal bordo della vasca da bagno e/o della doccia:

Zona 0 – è individuata dal volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia. Per le docce senza piatto, l'altezza della zona 0 è di 10 cm e la sua superficie ha la stessa estensione orizzontale della zona 1. Data la presenza di acqua in condizioni normale di utilizzo, questa zona deve essere considerata ovviamente la più pericolosa.

Zona 1 – è individuata dal volume sovrastante la vasca da bagno o il piatto doccia fino a un'altezza di 225 cm. Nel caso in cui il fondo della vasca o della doccia sia a più di 15 cm sopra il pavimento, la quota di 225 cm verrà misurata a partire dal fondo e non dal pavimento. Per le docce senza piatto la zona 1 si estende in verticale per 120 cm dal punto centrale del soffione posto a parete o a soffitto. La zona 1 non include la zona 0, e lo spazio sotto la vasca da bagno o la doccia è considerato zona 1.

Zona 2 – comprende il volume immediatamente circostante la vasca da bagno o il piatto doccia, estesa fino a 60 cm in orizzontale e fino a 225 cm in verticale, con la distanza verticale misurata dal pavimento. Per le docce senza piatto non esiste una zona 2, ma una zona 1 aumentata a 120 cm come indicato al punto precedente.

Zona 3 – si ottiene dal volume esterno alla zona 2, o della zona 1 in caso di mancanza del piatto doccia, fino alla distanza orizzontale di 240 cm. Tutti i componenti dell'impianto elettrico installati in ciascuna zona devono possedere precisi requisiti in termini di grado di protezione (idoneità alle condizioni ambientali) e di protezione dai contatti indiretti, entrambi indicati dai gradi di protezione IP.

Queste quattro zone non si estendono all'esterno del locale attraverso le aperture: questo vuol dire che l'interruttore posto fuori dalla porta del bagno è ammissibile, anche se dista a meno di 60 cm dal bordo della vasca e/o del piatto doccia.

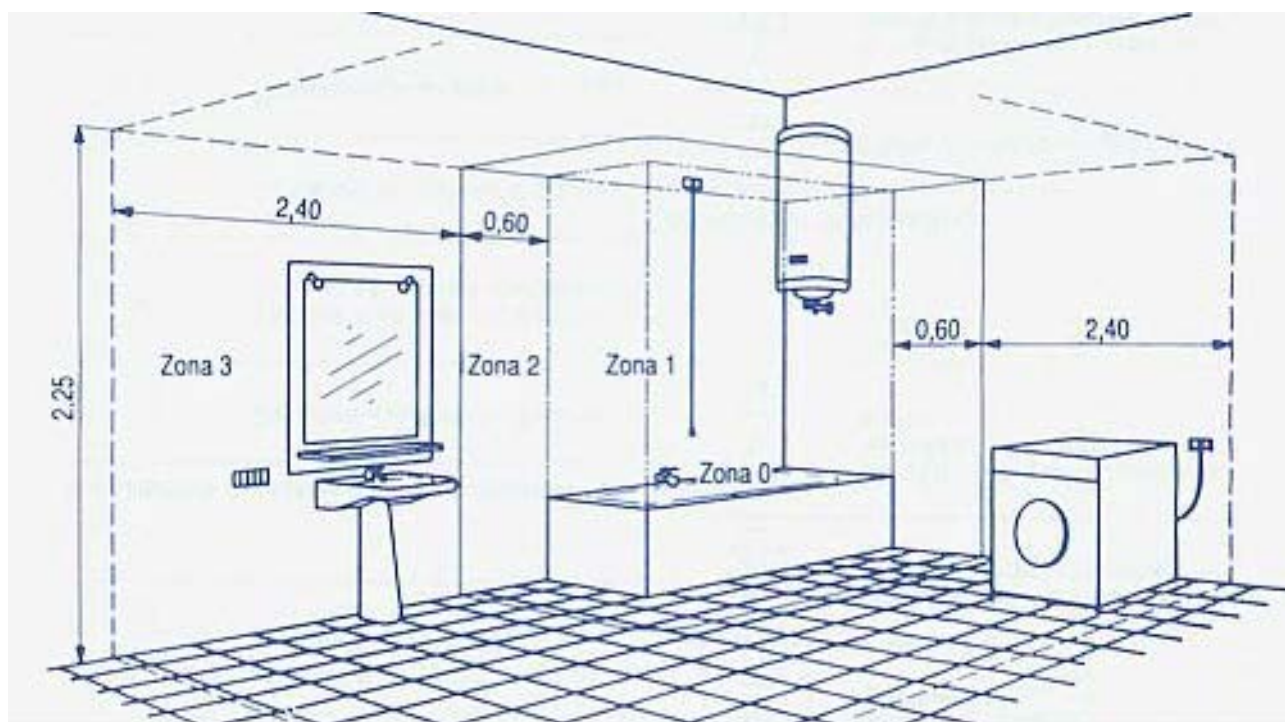


Figura 3-Individuazione zone di pericolo locale servizi

Apparecchi ammessi e vietati nelle varie zone

Zona 0:

Sono ammesse le condutture incassate in pareti ad una profondità maggiore di 5 cm.

Sono vietate le cassette di derivazione, dispositivi di comando, protezione e sezionamento e gli apparecchi utilizzatori.

Zona 1:

Sono ammesse le condutture incassate in pareti ad una profondità maggiore di 5 cm. Condutture a vista o incassate ad una profondità inferiore a 5 cm purché presentino un isolamento corrispondente alla classe II, non presentino alcun rivestimento metallico, siano limitate ai tratti necessari per l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori ammessi in zona 1. Interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V c.a. o a 30 V c.c. con sorgente di alimentazione posta all'esterno delle zone 0, 1 e 2. Tiranti isolati per interruttori ubicati all'esterno delle zone 0, 1 e 2 se l'interruttore è conforme a norme specifiche (allo studio). Apparecchi utilizzatori alimentati tramite circuiti SELV e scaldacqua. Unità per vasche da bagno per idromassaggio, installate nella zona 1 poste sotto la vasca, rispondenti alle relative norme, purché sia previsto un collegamento equipotenziale che colleghi le masse estranee con il conduttore di protezione dell'unità e l'accessibilità della zona sotto la vasca sia possibile solo mediante l'ausilio di un attrezzo. Elementi riscaldanti annegati nel

pavimento purché siano ricoperti da una griglia metallica messa a terra o da uno schermo metallico messo a terra, connesso al collegamento equipotenziale supplementare.

Sono vietate le cassette di derivazione e di giunzione con esclusione di quelle relative alle connessioni degli apparecchi utilizzatori ammessi nella zona 1 con le condutture di alimentazione. Prese a spina. Apparecchi di protezione e comando di circuiti non SELV.

Zona 2

Sono ammesse le condutture incassate ad una profondità maggiore di 5 cm. Condotture a vista o incassate ad una profondità inferiore a 5 cm purché presentino un isolamento corrispondente alla classe II, non presentino alcun rivestimento metallico, siano limitate ai tratti necessari per l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori ammessi nella zona 2. Interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V c.a. o a 30 V c.c. con sorgente di alimentazione posta all'esterno delle zone 0, 1 e 2. Prese a spina alimentate da trasformatore di isolamento a bassa potenza incorporato nella spina stessa. Interruttori incorporati negli apparecchi utilizzatori ammessi per la zona 2. Apparecchi alimentati tramite circuiti SELV. Scaldacqua. Apparecchi di illuminazione in classe II, unità per vasche da bagno per idromassaggio in classe II (conformi alle relative norme) e apparecchi di riscaldamento in classe II Apparecchi di illuminazione, unità per vasche da bagno per idromassaggio e apparecchi di riscaldamento in classe I, se protetti mediante interruttore differenziale con $I_{dn} < 30$ mA. Elementi riscaldanti annegati nel pavimento purché siano ricoperti da una griglia metallica messa a terra o da uno schermo metallico messo a terra, collegato al collegamento equipotenziale supplementare. ZONA 3 Nessuna limitazione, salvo per gli elementi riscaldanti annegati nel pavimento che devono essere ricoperti da una griglia metallica messa a terra o da uno schermo metallico messo a terra, collegato al collegamento equipotenziale supplementare. Apparecchi utilizzatori con grado di protezione maggiore di IPX4 (Nei bagni pubblici e di comunità, se per la pulizia si fa uso di getti d'acqua è richiesto un grado di protezione IPX5).

Sono vietate le cassette di derivazione e di giunzione con esclusione di quelle relative alle connessioni degli apparecchi utilizzatori ammessi nella zona 2 con le condutture di alimentazione.

Zona 3

Sono ammesse le condutture incassate ad una profondità maggiore di 5 cm; Condotture a vista o incassate ad una profondità inferiore a 5 cm purché presentino un isolamento corrispondente alla classe II, non presentino alcun rivestimento metallico; Cassette di derivazione e di giunzione. Apparecchi utilizzatori con grado di protezione maggiore di IPX1 (Nei bagni pubblici e di comunità, se per la pulizia si fa uso di getti d'acqua è richiesto un grado di protezione IPX5). Prese a spina, interruttori e altri apparecchi di comando purché sia attuata una delle seguenti disposizioni:

- protezione individuale mediante separazione elettrica;

- alimentazione mediante circuiti SELV;
- protezione mediante interruttore differenziale con $I_{dn} < 30$ mA.

Nel bagno dei disabili sarà previsto un pulsante d'allarme a corda nella doccia.

4.2.7 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto elettrico utilizzatore dovrà essere provvisto di un proprio impianto di terra al quale dovranno essere collegati tutte le masse (parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale) e le masse estranee (parte conduttrice, che non fa parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra, in casi particolari si considerano masse estranee quelle suscettibili di introdurre altri potenziali). Nel caso specifico dovranno essere collegate all'impianto di terra le eventuali macchine, il polo di terra delle prese, la tubazione del gas e quella dell'acqua se metallica, e tutte le carcasse metalliche in genere. Anche tutti i pali facenti parte dell'impianto di illuminazione pubblica dovranno essere debitamente collegati a terra. L'impianto di terra dovrà essere realizzato in accordo alle prescrizioni delle norme CEI 11-8, CEI 64-8. La resistenza di terra risultante, misurata ai morsetti di ciascuna presa o apparecchio utilizzatore, dovrà essere tale da soddisfare quanto richiesto nel paragrafo relativo alla protezione contro i contatti indiretti.

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto è il TT. L'impianto di terra deve essere unico per tutta l'abitazione. Il dispersore di terra ed i conduttori di protezione, sono dimensionati in modo da essere coordinati con i dispositivi di protezione ed assolvere alla protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

4.3 IMPIANTO CITO FONICO

È previsto un impianto citofonico fra l'ingresso principale, dove sarà montato il posto esterno dotato di pulsantiera, gruppo fonico ed alimentatore e 4 posti interni, uno per ciascun appartamento del singolo lotto, con citofono a parete.

4.4 IMPIANTO TELEFONIA E DATI

Per l'impianto telefonico è previsto un cavo doppino in tubo PVC flessibile sotto traccia che collega la cassetta principale esterna alla presa all'interno di ciascun appartamento. Il punto telefonico, due per alloggio posto nel soggiorno/salotto, sarà del tipo incassato e dotato di presa modulare con attacco RJ11 normalizzato. L'impianto sarà realizzato posando i cavi entro tubazioni di PVC

dedicate ai segnali incassato entro pareti e/o pavimenti. L'impianto dovrà essere separato e distinto dagli impianti di energia e di segnale di altro tipo.

Per l'impianto dati, al momento è prevista la sola predisposizione per la connessione ad alta velocità in fibra ottica a banda ultra larga, pertanto è prevista una cassetta principale esterna da cui si diramano dei tubi flessibili posati sottotraccia che raggiungono ciascun appartamento. Il punto dati verrà predisposto in cassetta modulare incassata.

4.5 IMPIANTO TV

L'impianto TV sarà costituito da un complesso di ricezione con antenna specifica per segnale digitale terrestre ubicata in posizione adeguata sul torrino scale dell'edificio, che distribuirà il segnale mediante centralina di amplificazione. I cavi destinati al presente impianto saranno del tipo coassiale a basse perdite di segnale; dalle linee di discesa saranno derivate, mediante derivatori induttivi di cascata, le linee di piano, dalle quali avranno origine i tratti terminali alle singole prese d'antenna; tutte le derivazioni principali, intermedie e terminali dovranno essere completate con le relative resistenze da 75 Ω . Le prese TV, quattro in totale per appartamento, saranno di tipo modulare in esecuzione da incasso e disposte come di seguito:

- n. 1 in soggiorno;
- n. 1 per camera da letto (n.2 in totale per appartamento);
- n. 1 in cucina.

L'intera rete d'antenna sarà distribuita separata dagli altri impianti sia per le condutture sia per le cassette di derivazione.

Il tecnico progettista

Ing. Antonio Falcone