

Orazio Russo
Fabrizio Piroli
Gabriele Russo

PROGETTAZIONE, REALIZZAZIONE E VERIFICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI NEGLI EDIFICI

5ª Edizione

© Copyright Legislazione Tecnica 2015

La riproduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo, nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

Finito di stampare nel mese di ottobre 2015 da
Stabilimento Tipolitografico Ugo Quintily S.p.A.
Viale Enrico Ortolani 149/151 - Zona industriale di Acilia - 00125 Roma

Legislazione Tecnica S.r.L.

00144 Roma, Via dell'Architettura 16

Servizio Clienti

Tel. 06/5921743 - Fax 06/5921068

servizio.clienti@legislazionetecnica.it

Portale informativo: www.legislazionetecnica.it

Shop: ltshop.legislazionetecnica.it

Il contenuto del testo è frutto dell'esperienza dell'Autore, di un'accurata analisi della normativa e della pertinente giurisprudenza. Le opinioni contenute nel testo sono quelle dell'Autore, in nessun caso responsabile per il loro utilizzo.

Il lettore utilizza il contenuto del testo a proprio rischio, ritenendo indenne l'Autore da qualsiasi pretesa risarcitoria.

Si ringraziano:

ANIE, Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche;

CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano;

IMQ, Istituto Italiano del Marchio di Qualità;

UNI, Ente Nazionale di Unificazione;

per le loro pubblicazioni che hanno consentito la trattazione degli argomenti contenuti nel presente testo.

Si ringraziano inoltre:

ABB;

Schneider Electric;

BTicino, gruppo Legrand;

GEWISS;

REXEL Elettroforniture;

Beghelli;

Disano illuminazione;

LUCEPLAN;

FLOS;

per i loro cataloghi e pubblicazioni che sono state di riferimento nella stesura dei progetti del presente testo.

Si ringrazia inoltre l'ing. **Ombretta Russo** per la collaborazione prestata nella stesura delle tavole grafiche relative alla progettazione degli esempi concreti (capitolo 5).

ORAZIO RUSSO

Ingegnere, svolge attività di consulenza, di «*Project Management*» e di direzione lavori in campo immobiliare.

Svolge inoltre incarichi di docenza per corsi di formazione specialistici, abilitanti e di aggiornamento professionale.

Già collaboratore dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Roma per l'ufficio rapporti con gli iscritti e per la commissione deontologica.

Nella sua carriera professionale ha maturato esperienze in varie aziende sia da dipendente che da libero professionista, con particolare riguardo all'ingegneria delle strutture metalliche, alla progettazione e realizzazione di carpenterie metalliche per l'industria elettrica ed elettronica, all'impiantistica ed agli allestimenti integrali «*chiavi in mano*».

Quest'ultima attività ha riguardato progettazione, direzione lavori, assistenza tecnica post-vendita, con maestranze interne/esterne, alle dipendenze di un'azienda di rilevanza nazionale e per una clientela composta da enti pubblici, società per azioni, banche, ecc.

È coautore del testo sulla «*Direzione dei lavori*» edito da Legislazione Tecnica.

FABRIZIO PIROLI

Ingegnere, dopo aver collaborato per anni con diverse aziende in vari settori dell'ingegneria, attualmente svolge attività come «*Project Manager*» nella struttura tecnica di primaria società di retail a livello nazionale ed internazionale occupandosi della progettazione, realizzazione e manutenzione di impianti tecnologici. Svolge, inoltre, incarichi di docenza per corsi di formazione specialistici e di aggiornamento professionale.

GABRIELE RUSSO

Architetto, nella sua attività professionale ha affrontato le tematiche legate «*all'interiors*» ed ha maturato esperienza nel campo della progettazione integrale di tipo residenziale e terziaria. Ha inoltre svolto attività di «*Property Management*» per un'importante azienda di rilevanza nazionale. All'attualità è nell'organico tecnico di una multinazionale leader nella fabbricazione di materiali per l'edilizia a secco e svolge sul territorio nazionale attività di assistenza tecnica e docenze per i corsi di formazione specifici del settore.

PRESENTAZIONE

Perché una pubblicazione sugli impianti elettrici negli edifici ad uso civile e similare?

L'esperienza professionale accumulata negli anni nel campo impiantistico, mi ha permesso di verificare che la conoscenza della legislazione e della normativa in materia, la partecipazione a convegni e seminari specifici, la «*merceologia*» derivante dallo «*sfogliare*» i cataloghi delle principali case costruttrici, non sono mai sufficienti: nella stesura di un nuovo progetto, ho sempre la necessità di consultare vari libri, pubblicazioni, progetti precedenti, ecc., che oggi, nell'epoca di «*internet*», risultano insostituibili.

Di pari passo, l'altra esperienza svolta negli ultimi dieci anni nel campo della «*formazione*» e, in particolare modo, l'interazione con i tecnici più giovani, mi ha consentito di verificare che il passaggio dall'università allo svolgimento della professione è tutt'altro che semplice, soprattutto per gli ingegneri che, provenendo da studi ove il «*rigore fisico-matematico*» è d'obbligo, si perdono nell'applicazione «*pratica*» delle loro conoscenze.

Queste riflessioni mi hanno fatto maturare l'idea di questo libro, con la convinzione che dovesse avere la struttura di un manuale, con la sua «*brava*» parte teorica e normativa - imprescindibile, ma sintetica - ed una «*sostanziale*» parte pratica, sviluppata anche con tanti esempi concreti, e finalizzata ad «*inquadrare*» il progetto di un impianto elettrico dal suo embrione - le necessità del committente e la documentazione da produrre per l'esecuzione - fino alla utilizzazione delle opere realizzate - impianto eseguito secondo la «*perfetta regola dell'arte*», corredato della «*dichiarazione di conformità*» e, ove necessario, del contratto di manutenzione.

Un manuale sugli impianti elettrici dunque, ma non solo: al giorno d'oggi le necessità impiantistiche di un immobile vanno affrontate unendo la «*tecnologia*» alla specifica «*destinazione d'uso*», coniugando lo studio del «*layout architettonico*» con quello dei cavidotti, «*progettando*» le varie esigenze - illuminazione artificiale, prese di FM, prese per fonia, prese per trasmissione dati, hi-fi, antintrusione, climatizzazione, tecnologie audiovideo, postazione videocitofonica, diffusione sonora - unitamente all'architettura degli interni, creando «*valore aggiunto*» all'arredamento.

Il manuale (la cui trattazione non comprende gli impianti ausiliari di fonia/dati, TV, TVSAT, TVCC, citofonico, ecc.), è stato strutturato in cinque sezioni, seguite da un breve «*nozionario*», denominato «*Appunti di elettrotecnica*».

Nella *prima sezione* viene trattato il «*quadro normativo*», comprendente le leggi di interesse nel settore degli impianti elettrici e le principali norme CEI che guidano il progetto negli edifici ad uso civile e similare. La *seconda sezione* è tutta improntata sulla trattazione delle «*indicazioni progettuali*», che identificano nello specifico il progetto degli impianti elettrici e gli schemi generici di «*capitolato*», di «*richiesta d'offerta*», di «*linee guida per il contratto di manutenzione*».

Nella *terza sezione* si entra nel vivo della realizzazione dell'impianto elettrico, un vero e proprio «*vademecum*» per ogni fase del «*cantiere*» e per ogni componente dell'impianto.

La *quarta sezione* riguarda le verifiche da effettuare ad impianto ultimato.

La *quinta sezione* è dedicata ad «*esempi concreti*» di realizzazione degli impianti elettrici per le tipologie di «*immobili ad uso civile e similare*» ricorrenti maggiormente nella vita professionale. In questa sezione, ad ogni tavola dedicata all'architettura degli interni, vengono affiancate le tavole architettoniche, di schematura d'impianto, di FM, di illuminazione e dei relativi quadri elettrici, che in questa Edizione sono rese disponibili per il download in formato *.DWG* (per AutoCAD versione 2008 o superiore), unitamente ai «*rendering*» tridimensionali di alcuni tra i progetti proposti, che consentono di apprezzare le scelte architettoniche e di illuminotecnica.

Mi auguro di aver raggiunto con la stesura di questo manuale l'intento iniziale di sintesi e compendio e, pur senza alcuna pretesa di essere stato esaustivo, di aver contribuito alla diffusione di un corretto approccio alla problematica degli impianti elettrici verso le nuove generazioni di tecnici.

Orazio Russo

INDICE

PREMESSA	15
1. IL QUADRO NORMATIVO	19
1.1 Le tipologie di edifici trattate nel presente manuale	19
1.2 Le leggi di interesse nel settore degli impianti elettrici	20
1.3 Le norme CEI, il Comitato Elettrotecnico Italiano e gli altri enti di normazione ed omologazione	50
1.4 Le principali norme CEI e guide CEI per gli impianti elettrici negli edifici ad uso civile e similare	53
1.4.1 Norma CEI 64-8 per impianti elettrici utilizzatori (2012) - Criteri di applicabilità. Prescrizioni di progettazione ed esecuzione. Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37	63
1.4.1.1 Il capitolo 37 della parte 3 della norma CEI 64-8 edizione 7, pubblicata nel luglio 2012	68
2. LE INDICAZIONI PROGETTUALI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI	79
2.1 Prefazione al capitolo	79
2.2 Come è composta la documentazione di progetto	80
2.3 Le caratteristiche generali e di realizzazione dell'impianto elettrico	81
2.4 La composizione dell'impianto elettrico e la sua descrizione in base alla funzionalità	85
2.5 L'illuminazione ordinaria e di emergenza	87
2.6 Documenti inerenti l'appalto di un impianto elettrico	88
2.6.1 Capitolato generico per un impianto elettrico	88
2.6.2 Richiesta d'offerta per la realizzazione di un impianto elettrico	94
2.6.3 Linee guida per la redazione di un capitolato per la manutenzione di un impianto elettrico	96
3. DALLA PROGETTAZIONE ALLA REALIZZAZIONE	100
3.1 La produzione e la trasmissione dell'energia elettrica	100
3.2 La distribuzione dell'energia elettrica	102

3.3	La consegna dell'energia elettrica	103
3.3.1	I gruppi di misura e la loro ubicazione	103
3.3.2	Il fattore di potenza	108
3.4	Il rifasamento	109
3.4.1	Determinazione della potenza delle batterie di condensatori	109
3.5	La richiesta di fornitura dell'energia elettrica	112
3.6	Il sistema elettrico di distribuzione dell'energia	115
3.6.1	Definizione di impianto di terra	116
3.6.2	Denominazione dei sistemi di categoria I in base alla tensione verso terra	116
3.6.2.1	Sistema TT	116
3.6.2.2	Sistema TN	118
3.6.2.3	Sistema IT	119
3.7	Gli elementi costitutivi dell'impianto elettrico ad uso civile e similare	120
3.7.1	Le più comuni soluzioni impiantistiche	121
3.7.1.1	L'impianto sotto traccia	122
3.7.1.2	L'impianto con canalette a vista	123
3.7.1.3	L'impianto a pavimento	124
3.7.1.4	L'impianto con canalette a soffitto	127
3.7.1.5	L'impianto con tubazioni/canalette a controsoffitto ...	129
3.7.2	Canale per cavi elettrici	131
3.7.2.1	Passarelle e canalette portacavi	131
3.7.2.2	Canale a rete metallica	132
3.7.2.3	Canale in acciaio zincato	132
3.7.3	Tubazioni per cavi elettrici	132
3.7.3.1	Tubo flessibile isolante serie pesante	134
3.7.3.2	Tubo rigido isolante serie pesante	134
3.7.3.3	Tubo rigido per posa interrata	135
3.7.4	Cassette e scatole di derivazione	136
3.7.4.1	Cassetta di derivazione esterno IP44	137
3.7.4.2	Cassetta di derivazione ad incasso	137
3.7.5	Cavi	139
3.7.5.1	Varie tipologie di cavo	140
3.7.5.1.1	Cavi per energia	142
3.7.5.1.2	Anime nude	143
3.7.5.1.3	Cavi per telecomunicazioni	143

3.7.5.2	Suddivisione dei cavi secondo la tensione di esercizio	144
3.7.5.3	Designazione dei cavi	145
3.7.5.4	Il colore dei cavi per energia	153
3.7.5.4.1	Che cosa è ammesso negli impianti nuovi o posteriori all'1 giugno 1984 (entrata in vigore della 1 ^a edizione della norma CEI 64-8 edizione 7)	153
3.7.5.4.2	Che cosa è ammesso negli impianti (entrata in vigore della 1 ^a edizione della norma CEI 64-8 edizione 7)	154
3.7.5.4.3	Che cosa è ammesso a bordo macchina	154
3.7.5.4.4	Che cosa è ammesso nei quadri elettrici	154
3.7.5.5	Sezioni minime dei cavi per energia	155
3.7.5.6	Scelta del cavo di energia - Generalità	155
3.7.5.6.1	Scelta del cavo di energia - Determinazione della corrente d'impiego I_b	156
3.7.5.6.2	Scelta del cavo di energia - Determinazione della portata I_z dei cavi	157
3.7.5.6.2.1	Cavo non interrato con isolamento in PVC o in EPR	158
3.7.5.6.2.2	Cavo non interrato con isolamento minerale	169
3.7.5.6.2.3	Cavo interrato con isolamento in PVC o in EPR	172
3.7.5.6.3	Scelta del cavo di energia - Determinazione della caduta di tensione ammessa ΔU	178
3.7.5.7	Calcolo della corrente di corto circuito	182
3.7.5.7.1	Corto circuito in fondo alla linea	184
3.7.6	Dispositivi di manovra e protezione	185
3.7.6.1	Dispositivi di manovra e protezione - Definizione di sezionatore	186
3.7.6.2	Dispositivi di manovra e protezione - Definizione di interruttore	186
3.7.6.3	Dispositivi di manovra e protezione - Grandezze nominali	188
3.7.6.4	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche funzionali e costruttive del sezionatore	189
3.7.6.5	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche funzionali e costruttive dell'interruttore di manovra e dell'interruttore di manovra - sezionatore	189
3.7.6.5.1	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche comuni all'interruttore di manovra e all'interruttore di manovra - sezionatore	189
3.7.6.6	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche funzionali e costruttive di unità combinate «sezionatore con fusibili» e «fusibile - sezionatore»	190

3.7.6.7	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche funzionali e costruttive degli interruttori di manovra con fusibili	190
3.7.6.8	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche funzionali e costruttive degli interruttori automatici . . .	190
3.7.6.8.1	Dispositivi di manovra e protezione - Principali grandezze nominali e caratteristiche elettriche degli interruttori automatici	192
3.7.6.8.2	Dispositivi di manovra e protezione - Interruttori automatici - Sganciatori	196
3.7.6.8.2.1	Dispositivi di manovra e protezione - Interruttori automatici - Sganciatori magnetici	197
3.7.6.8.2.2	Dispositivi di manovra e protezione - Interruttori automatici - Sganciatori termici	198
3.7.6.8.3	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche di intervento degli interruttori automatici	199
3.7.6.8.4	Dispositivi di manovra e protezione - La scelta degli interruttori automatici	202
3.7.6.8.5	Dispositivi di manovra e protezione - Selettività degli interruttori automatici contro le sovracorrenti	204
3.7.6.9	Dispositivi di manovra e protezione - Caratteristiche funzionali e costruttive degli interruttori differenziali . .	207
3.7.6.10	Dispositivi di manovra e protezione - Selettività degli interruttori differenziali	208
3.7.6.11	Dispositivi di manovra e protezione - Parametri caratteristici degli interruttori differenziali	209
3.7.7	Quadri elettrici	212
3.7.7.1	Quadri elettrici a norma CEI 23-51	213
3.7.7.1.1	Definizione della corrente nominale I_{nA}	215
3.7.8	Apparecchi di comando per i circuiti di illuminazione (ILL)	218
3.7.9	Spine e prese	221
3.7.10	I circuiti di comando - Temporizzatore luce-scale con preavviso di spegnimento	223
3.7.11	L'ubicazione delle apparecchiature negli edifici ad uso civile e similare	224
3.7.12	Gli impianti elettrici nei locali da bagno e/o da doccia	226
3.7.13	L'impianto di terra	228
3.7.13.1	L'impianto di terra - Definizioni	228
3.7.13.2	L'impianto di terra - Componenti	229
3.7.13.3	L'impianto di terra - La resistenza di terra R_t	233

3.7.13.4	L'impianto di terra - Dimensionamento dei conduttori di terra	234
3.7.13.5	L'impianto di terra - Conduttore di protezione PE ..	236
3.7.13.6	L'impianto di terra - Conduttori equipotenziali	238
3.7.14	L'illuminotecnica	240
3.7.14.1	Definizioni delle grandezze fotometriche	240
3.7.14.2	L'abbagliamento	243
3.7.14.3	Le sorgenti luminose	244
3.7.14.4	Gli apparecchi di illuminazione	247
3.7.14.5	Classificazione degli apparecchi per videoterminali ..	247
3.7.14.6	Progetto di un impianto di illuminazione	249
3.7.14.6.1	Progetto di un impianto di illuminazione - Metodo del flusso totale	250
3.7.14.6.2	Progetto di un impianto di illuminazione - Metodo del flusso totale semplificato	251
3.7.14.7	L'illuminazione di sicurezza	254
4.	AD IMPIANTO ULTIMATO	255
4.1	Prefazione al capitolo	255
4.2	Verifiche iniziali	256
4.3	Esame a vista	257
4.4	Prove	258
5.	GLI ESEMPI CONCRETI	263
5.1	Prefazione al capitolo	263
5.2	La stesura del progetto di un impianto elettrico	264
5.2.1	Relazione tecnica	264
5.2.2	Calcolo delle potenze installate	266
5.2.2.1	Impianto di forza motrice	266
5.2.2.2	Impianto di illuminazione artificiale ordinaria	266
5.2.2.3	Impianto di illuminazione di emergenza	267
5.2.2.4	Impianto di illuminazione notturna	267
5.2.3	Quadri elettrici	267
5.2.4	Impianti telefonici, impianti di trasmissione dati, impianti speciali	269
5.2.5	Impianti di terra	269

5.3	Esempi di realizzazioni per diverse tipologie edilizie	269
	<i>Le tavole di progetto di tutti i 12 esempi sono disponibili per il download in formato .DWG (per AutoCAD 2008 o superiore).</i>	
1.	L'appartamento «single»	273
2.	L'appartamento di media superficie	284
3.	L'appartamento con lo studio professionale	294
4.	L'ufficio di media superficie (*)	307
5.	Il negozio (interno ad un centro commerciale) (*)	330
6.	Il bar	355
7.	Il ristorante (*)	366
8.	Lo studio medico e similari (Il medico dentista) (*)	392
9.	La palestra	411
10.	La banca (*)	423
11.	Il condominio con locale contatori, locale caldaia, locale ascensori e cantine	456
12.	L'autorimessa con più di 9 automobili (*)	467
6.	APPUNTI DI ELETTROTECNICA	490
6.1	Prefazione al capitolo	490
6.2	Che cosa è l'Elettrotecnica	490
6.3	Che cos'è la corrente elettrica e come viene generata	490
6.4	Le unità di misura in Elettrotecnica	492
6.5	La corrente continua	495
6.6	La corrente alternata	496
6.7	La legge di Ohm	497
6.8	Potenza elettrica	498
6.9	I circuiti	500
6.10	Resistenza di un conduttore, resistenze in serie, resistenze in parallelo	503

(*) Ogni esempio così contrassegnato riporta, oltre alle tavole grafiche architettoniche ed impiantistiche, anche la stesura del progetto esecutivo, elemento mancante negli altri esempi in elenco privi della suddetta annotazione.

6.11	Calcolo della caduta di tensione	504
6.12	Calcolo della corrente d'impiego	506
6.12.1	Calcolo di I_b attraverso la somma della corrente attiva e reattiva	507
6.12.2	Calcolo di I_b attraverso la somma della potenza attiva e reattiva	508
6.13	Calcolo della corrente assorbita da un motore	509
6.13.1	Formula per il calcolo della corrente assorbita I_{ass} da un motore alimentato in corrente continua	509
6.13.2	Formula per il calcolo della corrente assorbita I_{ass} da un motore alimentato in corrente alternata monofase ...	509
6.13.3	Formula per il calcolo della corrente assorbita I_{ass} da un motore alimentato in corrente alternata trifase	510
6.13.4	Calcolo della corrente assorbita I_{ass} da un motore alimentato in corrente alternata trifase	510
6.14	Calcolo del valore massimo della corrente di un circuito	510

INDICE AREA DOWNLOAD

Per scaricare i contenuti proposti collegarsi all'indirizzo

www.legislazionetecnica.it/download ed inserire, quando richiesto, il codice personale riportato in seconda di copertina del volume. Le sigle riportate accanto alle icone che identificano i contenuti scaricabili corrispondono al nome del file.

- Tavole di progetto dei 12 esempi di realizzazione in formato *.DWG* (per AutoCAD 2008 o superiore);
- Rendering tridimensionali in formato *.PDF* di alcuni progetti;
- Modulistica e documentazione di supporto in formato *.DOC* (Dichiarazione di conformità; Modello trasmissione della Dichiarazione di conformità; Schema di Capitolato lavori; Schemi richiesta offerta e presentazione offerta; Schema Certificato di verifica dell'impianto).

PREMESSA

Quando si discute o si parla di edilizia e, più in particolare di edifici, si è soliti volgere l'attenzione al fabbricato, cioè a quel complesso di opere costituito da strutture portanti, murature e coperture destinato ad accogliere al proprio interno le persone, e utilizzabile per vari scopi così classificabili:

- fabbricati ad uso residenziale, cioè i fabbricati adibiti ad abitazione;
- fabbricati ad uso industriale, cioè i fabbricati destinati ad ospitare attività produttive su larga scala;
- fabbricati ad uso agricolo, cioè i fabbricati destinati ad ospitare attività proprie dell'agricoltura.

Questo modo di pensare l'edilizia e di ragionare sui fabbricati in termini di utilizzo, è stato riconsiderato negli anni '80 quando si è iniziato a parlare di edifici intelligenti e, soprattutto, negli anni '90 con l'impulso derivante dalla L. 5 marzo 1990 n. 46, recante norme per la sicurezza degli impianti: si è assistito così ad un rinnovato interesse per gli impianti interni agli edifici e, dall'inizio del ventesimo secolo, a causa dell'aumento dei costi energetici e dei cambiamenti climatici, alla loro riconsiderazione in tema di consumi energetici degli edifici.

Questo cambiamento di rotta ha dunque permesso di considerare gli impianti interni agli edifici quale loro parte integrante, un «*tutt'uno*» indissolubile per l'intero ciclo di vita del fabbricato: l'architettura e la sicurezza statica dell'edificio sono fondamentali per la sicurezza del cittadino ed esplicano valore sociale al pari degli impianti, che devono dunque essere progettati correttamente perché, in unione alla loro esecuzione secondo la perfetta regola dell'arte, possano garantire nel tempo la qualità della vita, con un rischio minimo o accettabile.

Il campanello d'allarme suonato a suo tempo per gli impianti interni agli edifici con la L. 46/1990 e, ultimamente, con le recenti modifiche climatiche, che forniscono un segnale di ottimismo per le nuove costruzioni, mostrano segnali preoccupanti per le costruzioni esistenti.

L'esperienza acquisita in tal senso nel campo degli impianti elettrici insegna, purtroppo, che l'atteggiamento fino ad oggi prevalente da parte di chi opera sul patrimonio immobiliare esistente è stato quello di trascurare la regolamentazione impiantistica, ottemperando più a logiche economiche e di mercato che alla «*tutela della salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività*¹»: se non si recuperano la necessaria cultura e la professionalità nel settore specifico degli impianti, se non vengono attuati gli obblighi di vigilanza in capo agli enti preposti, se non si assiste ad un cambio di atteggiamento sui temi scottanti della sicurezza e dell'emergenza energetica, gli effetti negativi sulla collettività diverranno a breve predominanti.

Con questo preambolo, quale è il ruolo del progettista di impianti elettrici?
Come deve egli approcciare correttamente alla stesura del progetto?

1 Art. 32 della Costituzione della Repubblica Italiana.

Cosa significa progettare un impianto sicuro?

Come deve avvenire il passaggio di un impianto elettrico dalla carta alla realtà, dal progetto alla esecuzione secondo la perfetta regola dell'arte?

Per fornire le dovute risposte a queste domande, innanzitutto cominciamo con l'affermare che un impianto elettrico deve essere progettato da un professionista iscritto ad un albo professionale e che conosca bene le norme CEI e la tecnica impiantistica. Certo, come vedremo, il D.M. 22 gennaio 2008 n. 37, il Regolamento che ha quasi totalmente abrogato la L. 46/1990, non prevede l'obbligo di progetto per tutti gli impianti, anche se questo sarebbe auspicabile: in quei casi ove il progetto non è previsto, è allora responsabilità del committente affidarsi ad un installatore competente in materia e non solo che ne abbia i requisiti previsti, per l'appunto, dal D.M. 37/2008. Nei casi in cui non è prevista la progettazione ², l'installatore dovrà applicare al particolare caso la diligenza e l'esperienza nel valutare le necessità proprie di ciascun impianto.

Il progettista di un impianto elettrico invece ha un ruolo diverso: non ha solo quello derivante dall'obbligo di legge della redazione del progetto quando è previsto, ma anche quello di poterlo eseguire, consentendo l'aderenza del realizzato al progettato.

I principali requisiti del progetto di un impianto elettrico

Il progetto di un impianto elettrico deve rispondere sempre a tre requisiti:

- semplicità;
- flessibilità;
- sicurezza.

Progettare un impianto elettrico «*semplice*» significa risparmiare sull'installazione e ancor più sulla gestione nel tempo dell'impianto stesso.

Progettare un impianto elettrico «*flessibile*» significa consentire per il futuro di potervi apportare agevoli modifiche, senza dover provvedere a costosi rifacimenti.

Progettare un impianto elettrico «*sicuro*» significa «*pensare*» alla sicurezza delle persone, siano esse operatori o utenti: progettare un impianto elettrico «*sicuro*» è indice di civiltà e di rispetto verso la collettività e verso sé stessi.

Le diverse soluzioni che il progettista deve offrire al committente

Il progettista di un impianto elettrico deve offrire al committente soluzioni diverse in caso di:

- 1) immobile in proprietà, destinato ad uso strumentale, cioè ad uso esclusivo per abitazione o per svolgimento della propria attività lavorativa;

² In generale si tratta di impianti elettrici per unità immobiliari ad uso residenziale, dove comunque si ritiene necessario fornire al committente uno schema d'impianto redatto dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice.

- 2) immobile in proprietà, destinato ad uso non strumentale, cioè per essere destinato alla successiva vendita o locazione;
- 3) immobile in locazione, cioè destinato ad uso temporaneo per abitazione o per svolgimento della propria attività lavorativa.

Nel caso 1) il progetto possiederà le caratteristiche (carichi elettrici e tipologia d'uso) richieste nello specifico e/o concordate con il committente, tutte indirizzate verso un ciclo di vita molto lungo: si tratterà di un progetto di qualità e di costo elevato.

Nel caso 2) il progetto possiederà caratteristiche (carichi elettrici e tipologia d'uso) generiche e concordate con il committente su parametri di economicità.

Nel caso 3) il progetto possiederà caratteristiche diverse in funzione dell'impianto già esistente e del suo pregresso utilizzo o uso (abitazione o attività lavorativa), terrà conto della sua aderenza alla normativa vigente ed alla sua vetustà, ma dovrà essere orientato a criteri di economicità (il committente è il conduttore).

Una particolarità non deve sfuggire al progettista di un impianto elettrico per un immobile in proprietà destinato ad uso non strumentale e per un immobile in locazione: in ambedue i casi, quando l'immobile è destinato ad attività lavorativa, l'impianto elettrico deve possedere i requisiti di prevenzione infortuni sul lavoro, così come previsto dal D. Leg.vo 81/2008.

Impianto elettrico eseguito a regola d'arte

Una fedele e coerente realizzazione dell'impianto elettrico secondo la perfetta regola dell'arte eseguito da un installatore specializzato non può che essere la migliore conclusione di un buon progetto: ma cosa si intende per *regola dell'arte*?

Il Comitato Elettrotecnico Italiano (di seguito indicato come CEI) ha, tra l'altro, lo scopo di stabilire i requisiti che debbono possedere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché rispondano alle regole della buona elettrotecnica.

La L. 186/1968 impone che le apparecchiature e gli impianti elettrici siano eseguiti a regola d'arte e, contestualmente, definisce a regola d'arte le apparecchiature e gli impianti realizzati seguendo le norme emanate dal CEI.

Pertanto è ormai comune definire un impianto elettrico eseguito secondo le norme CEI come un impianto eseguito secondo la perfetta regola dell'arte e, di conseguenza, eseguito anche a norma di legge.

Ma anche gli impianti elettrici eseguiti secondo normative diverse da quelle emanate dal CEI, possono ritenersi a regola d'arte: difatti, sono diversi i disposti legislativi e amministrativi che prescrivono l'applicazione della regola dell'arte quale regolamento di buona tecnica nella realizzazione delle opere.

Si fa sempre riferimento alla regola d'arte per garantire adeguati livelli di sicurezza attiva (non arrecare danno ad altri) e passiva (non subire danni), ma non viene mai definito cosa debba intendersi per regola d'arte, nè viene mai fornito alcun principio o alcun riferimento per spiegare cosa sia la regola dell'arte.

La comune interpretazione della regola dell'arte

Comunemente la regola dell'arte nella tecnica viene interpretata come l'insieme di modalità operative attinenti a prassi, prescrizioni o soluzioni tecniche che soddisfano in termini di economicità accettabile lo stato dell'arte.

Analogamente viene prescritta la realizzazione secondo la perfetta regola dell'arte riconducendola a riferimenti e concetti generali quali:

- la diligenza del buon padre di famiglia;
- la condotta caratterizzata da diligenza, prudenza, perizia e osservanza delle leggi, regolamenti e ordini o discipline.

Un ulteriore ausilio ai predetti concetti è stato fornito nel 1998 dalla norma UNI - CEI - EN n. 45020 ove lo stato dell'arte è definito quello «*stadio dello sviluppo raggiunto in un determinato momento dalle capacità tecniche relative a prodotti, processi o servizi basate su scoperte scientifiche tecnologiche e sperimentali pertinenti*».



**Pagine non disponibili
in anteprima**



1.4.1 Norma CEI 64-8 per impianti elettrici utilizzatori (2012) - Criteri di applicabilità. Prescrizioni di progettazione ed esecuzione. Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37

Il volume contiene i testi integrali delle norme:

- CEI 64-8/1: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 [V] in corrente alternata e a 1500 [V] in corrente continua - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali*
- CEI 64-8/2: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 [V] in corrente alternata e a 1500 [V] in corrente continua - Parte 2: Definizioni*
- CEI 64-8/3: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 [V] in corrente alternata e a 1500 [V] in corrente continua - Parte 3: Caratteristiche generali*
- CEI 64-8/4: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 [V] in corrente alternata e a 1500 [V] in corrente continua - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza*
- CEI 64-8/5: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 [V] in corrente alternata e a 1500 [V] in corrente continua - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici*
- CEI 64-8/6: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 [V] in corrente alternata e a 1500 [V] in corrente continua - Parte 6: Verifiche*
- CEI 64-8/7: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 [V] in corrente alternata e a 1500 [V] in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari Il contenuto risulta aggiornato, in tutte le sue parti, ai più recenti documenti internazionali ed in particolare a quelli del TC 64 CENELEC.*

Nel volume sono inoltre riportati i testi della Legge 1° marzo 1968, n. 186 e del Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37, aggiornato con Decreto 19 luglio 2010, che sono rilevanti considerato il ruolo giuridico delle norme CEI. L'articolo 2 della legge e l'articolo 6 del decreto affermano infatti che gli impianti devono essere costruiti «a regola d'arte», e che è agevole raggiungere questo obiettivo se si seguono le norme CEI.

Nel volume **non** è compresa la recente variante *CEI 64-8;VI (2013)*. Detta variante contiene due nuove sezioni della Norma CEI 64-8 (2012) e l'inserimento di una nuova prescrizione relativa alle modalità di connessione di componenti elettrici, nonché una modifica nella Parte 6 relativa alle verifiche. In particolare sono state eseguite aggiunte o modifiche a:

- Parte 3 - Caratteristiche generali, nota all'art. 37.1;
- Parte 4 - Sezione 442, protezione degli impianti contro i guasti tra sistemi di II e III categoria e la terra;
- Parte 5 - Articolo 526.4;
- Parte 6 - Articoli 62.2.1;
- Parte 7 - Sezione 722, alimentazione dei veicoli elettrici.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



4. Montante dal punto di consegna al quadro elettrico generale dell'abitazione

La nuova norma prescrive che la sezione del montante non possa essere di sezione inferiore a 6 [mm²].

5. Numero minimo dei circuiti nell'impianto elettrico dell'abitazione

La nuova norma prescrive che, in una abitazione, l'impianto elettrico abbia un numero minimo di circuiti in relazione:

- al livello prestazionale concordato tra progettista e committente;
- alla propria superficie calpestabile.

Pertanto nel quadro elettrico generale dell'abitazione dovrà essere previsto un numero minimo di circuiti principali, cioè di parti d'impianto alimentate dallo stesso interruttore magnetotermico o magnetotermico differenziale, come indicato nella tabella seguente:

Superficie dell'abitazione	Livello 1	Livello 2	Livello 3
≤ 50 [mq]	2	3	3
da oltre 50 [mq] fino a 75 [mq]	3	3	4
da oltre 75 [mq] fino a 125 [mq]	4	5	5
oltre 125 [mq]	5	6	7

CEI 64-8, edizione 7, capitolo 37, ambienti residenziali:

Numero minimo di circuiti in relazione alla superficie dell'unità immobiliare ed al livello di prestazione dell'impianto

Oltre al numero minimo di circuiti principali, la nuova norma prevede ulteriori circuiti dedicati per boiler, caldaia, cdz, estrattori.

La nuova norma prescrive inoltre che tutti i circuiti - principali e dedicati - siano facilmente identificabili tramite, ad esempio, l'utilizzo di targhette.

6. Dotazioni minime degli impianti elettrici nell'abitazione - Punti presa energia, punti presa TV, punti fonia/dati, punti luce, lampade anti black-out

A. La nuova norma prescrive:

- per ognuno dei livelli 1, 2 e 3;
- per ogni tipologia di locale interno all'appartamento (camera da letto, cucina, soggiorno, wc, ecc.);
- in relazione alla dimensione specifica di ogni locale interno all'appartamento;

l'installazione di un numero minimo di «punti presa energia»¹⁶, punti presa TV, punti fonia/dati.

La tabella seguente riporta il suddetto numero minimo di «punti prese energia», a seconda della destinazione d'uso di ogni ambiente e del livello di prestazione dell'impianto.

¹⁶ Per «punto presa energia» deve intendersi una scatola da incasso dell'impianto predisposta per alimentare una o più prese FM 10/16 [A].

Destinazione d'uso del vano		Livello 1	Livello 2	Livello 3
Ingresso		1	1	1
Angolo cottura (di cui ... su piano cottura)		2 (1)	2 (1)	3 (2)
Cucina (di cui ... su piano cottura)		5 (2)	6 (2)	7 (3)
Lavanderia		3	4	4
Locale da bagno		2	2	2
Servizi (WC)		1	1	1
Corridoio	≤ 5 [mq]	1	1	1
	> 5 [mq]	2	2	2
Balcone o terrazzo se ≥ 10 [mq]		1	1	1
Ripostiglio se ≥ 1 [mq]		1	1	1
Cantina/Soffitta		1	1	1
Box auto		1	1	1
Giardino se ≥ 10 [mq]		1	1	1
Altri locali (soggiorno, studio, ecc.)	fino 12 [mq]	4 {1}	5	5
	da 12 a 20 [mq]	5 {2}	7	8
	oltre 20 [mq]	6 {3}	8	10
Camera da letto	fino 12 [mq]	3 {1}	4	4
	da 12 a 20 [mq]	4 {2}	6	7
	oltre 20 [mq]	5 {3}	7	9

N.B. 1: Il valore indicato per il «livello 1» tra parentesi { } indica il numero di «punti presa energia» che possono essere spostati da un locale all'altro in modo che la somma totale dei «punti presa energia» previsti per l'abitazione - progettata seguendo i canoni previsti dal «livello 1» - non subisca variazioni.

N.B. 2: Considerato il numero di «punti presa energia» prescritto dalla norma quale «dotazione minima» dell'abitazione per ogni livello di prestazione dell'impianto elettrico, si rendono obbligatorie condutture di protezione il cui diametro interno sia almeno pari a 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi alloggiati al loro interno; viene prefissato il diametro interno pari a 16 [mm] per la conduttura di protezione più piccola.

CEI 64-8, edizione 7 capitolo 37, ambienti residenziali:

Numero minimo di «punti prese energia», a seconda della destinazione d'uso di ogni ambiente e del livello di prestazione dell'impianto

Ogni locale poi deve avere un «punto presa energia» vicino alla battuta della porta di accesso all'interno del locale stesso.

Quanto previsto dalla norma per i «punti prese energia» è a vantaggio della sicurezza, anche in relazione al cosiddetto «entra-esce» citato al punto 1. Installando più scatole poi, si potrà, anche in seguito alla «dotazione di primo impianto», installare ulteriori prese energia, evitando così l'alimentazione di tre utenze da un'unica presa energia attraverso una spina tripla o, peggio ancora, sovraccaricando ulteriormente la suddetta unica presa energia:

- con una ulteriore spina tripla inserita su una derivazione della spina tripla principale;
- con una presa multipla (ciabatta) inserita su una derivazione della spina tripla principale.

La norma inoltre consiglia:

- per i «*punti presa energia*» in cucina/angolo cottura e destinati ad alimentare la lavabiancheria, di prevedere «*punti presa energia*» che consentano l'alloggiamento di almeno 1 presa energia «*tipo schuko*».

B. Per quanto riguarda le **prese TV**, la nuova norma prescrive che:

- in ogni locale (camera da letto, soggiorno, studio, cucina, ecc.- eccetto angolo cottura), accanto ad ogni scatola contenente una presa TV, venga predisposto 1 «*punto presa energia*» (cioè tubo, cavo e scatola) per accogliere una o più prese energia da 10/16 [A] ¹⁷;
- per almeno una delle prese TV presenti nello stesso locale, dovranno essere predisposti «*punti presa energia*» (cioè tubo, cavo e scatola) atti ad installare un totale di 6 prese energia da 10/16 [A] ¹⁷.

La tabella seguente riporta il suddetto numero minimo di prese TV, a seconda della destinazione d'uso di ogni ambiente e del livello di prestazione dell'impianto.

Destinazione d'uso del vano	Livello 1	Livello 2	Livello 3
Cucina	1	1	1
Camera da letto	1	1	1
Soggiorno	1	1	1
Studio	1	1	1

CEI 64-8, edizione 7, capitolo 37, ambienti residenziali:

Numero minimo di prese TV, a seconda della destinazione d'uso di ogni ambiente e del livello di prestazione dell'impianto

C. Per quanto riguarda le **prese fonia/dati**, la nuova norma prescrive:

- accanto ad ogni scatola contenente un frutto fonia/dati, l'installazione di una scatola contenente almeno una presa energia (n.d.r.: meglio preferire il «*tipo schuko*»).

La tabella seguente riporta il suddetto numero minimo di prese fonia/dati, a seconda della superficie calpestabile dell'abitazione e del livello di prestazione dell'impianto concordato tra progettista e committente.

¹⁷ Si consiglia di predisporre «*punti presa energia*» che possano accogliere prese energia di «*tipo schuko*». A tal fine si consiglia l'utilizzo di scatole da incasso da 4 moduli accanto ad ogni presa TV.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



2

LE INDICAZIONI PROGETTUALI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI

«Non ho ancora trovato un problema che, per quanto fosse complicato, a considerarlo nel modo giusto non diventasse ancora più complicato»

POUL ANDERSON

2.1 PRAFAZIONE AL CAPITOLO

In questa sezione gli autori vogliono indicare le modalità con cui affrontare un qualsiasi progetto per la realizzazione di un nuovo impianto elettrico, o per l'ampliamento o la ristrutturazione di un impianto elettrico già esistente, all'interno di un «edificio ad uso civile e simile».

L'intento è quello di fornire alcune note metodologiche attraverso le quali il tecnico progettista potrà affrontare le consuete problematiche del campo impiantistico, garantendo la soddisfazione del committente nel veder realizzato un impianto «a regola d'arte» e rispondente pienamente alle esigenze richieste già in sede di incarico.

I doveri del progettista di impianti elettrici

Un tecnico progettista di impianti elettrici dovrà:

- seguire le leggi e le norme vigenti relative ad ogni componente dell'impianto e alla specifica destinazione d'uso cui è destinato l'edificio;
- assicurare il rispetto delle norme di sicurezza sia nella fase cantieristica, durante l'esecuzione da parte della impresa installatrice, che nella fase operativa, ad impianto ultimato e consegnato al committente;
- applicare l'esperienza già maturata per impianti analoghi;
- aggiornare le proprie conoscenze merceologiche sulla produzione di ogni componente destinato agli impianti elettrici;
- rispondere ai bisogni del committente mantenendo i costi realizzativi dell'impianto all'interno del «range economico» stabilito.

2.2 COME È COMPOSTA LA DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Il progetto cantierabile

Il progetto esecutivo, che sia architettonico, strutturale o impiantistico, deve rappresentare sempre completamente e in dettaglio tutte le lavorazioni che dovranno essere eseguite in cantiere («*progetto cantierabile*»). Il tecnico progettista, pertanto, redigerà le tavole grafiche in modo da non dare adito a dubbi o a qualsivoglia incertezza in cantiere, consentendo così il mantenimento dei tempi contrattualmente previsti con l'impresa esecutrice: a tal fine le tavole grafiche dovranno contenere indicazioni precise sui materiali da impiegare e definire la tipologia delle lavorazioni e delle finiture.

Prima di addentrarsi nella illustrazione delle modalità di stesura di un progetto di impianto elettrico, si ritiene utile sottolineare al tecnico progettista l'importanza di chiarire «*in dettaglio*» con il committente quali siano le reali necessità cui egli dovrà ottemperare, e questo sin dalla fase precedente la formalizzazione dell'incarico:

- 1) Si tratta di redigere il progetto esecutivo degli impianti elettrici, ovvero il committente intende richiedere al tecnico progettista solo un capitolato lavori con alcune tavole grafiche illustrative nei casi in cui non ricorre l'obbligo del progetto?
- 2) E, in tal caso, il capitolato lavori deve essere completo di un elenco prezzi?
- 3) E il tecnico deve anche predisporre una lettera per la richiesta d'offerta alle imprese installatrici che il committente vorrà invitare?
- 4) E il tecnico deve anche fornire il supporto al committente durante la «*gara*» per l'assegnazione delle opere fino alla formalizzazione dell'appalto all'impresa esecutrice prescelta?
- 5) E l'incarico si conclude con la redazione del progetto, ovvero il committente intende assegnare al tecnico anche l'incarico di direzione lavori e di coordinatore per la sicurezza «*D. Leg.vo 81/2008 Titolo IV*»?
- 6) E, ad opere eseguite, il tecnico eventualmente incaricato per la direzione lavori, dovrà preoccuparsi di redigere il «*certificato di regolare esecuzione*», in sostituzione del «*certificato di collaudo*» a cura di altro professionista non intervenuto durante la progettazione e l'esecuzione delle opere?

La documentazione di progetto

La documentazione di progetto per un impianto elettrico, dovrà fare riferimento alla guida 0-2 (2012). (Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici) ed essere composta da:

1. **Relazione descrittiva** - Saranno riportati una serie di dati caratteristici del progetto, tra cui ricordiamo:
 - una descrizione sommaria delle opere da eseguire (tipologia e consistenza);
 - una descrizione di tutte le caratteristiche dell'edificio e delle attività svolte che hanno condizionato le scelte impiantistiche;

- la classificazione dei vari ambienti dell'edificio;
- i dati di progetto;
- i dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- le cadute di tensione ammissibili lungo la linea;
- il calcolo della potenza installata desunta dai vari utilizzatori;
- le norme tecniche di riferimento per i vari componenti dell'impianto;
- il dimensionamento dei casi elettrici;
- le misure di protezione dai contatti diretti ed indiretti;
- il calcolo illuminotecnico;

2. Tavole grafiche:

- comprenderanno lo schema funzionale dell'impianto;
- lo schema dei quadri elettrici;
- la planimetria della rete impianti a pavimento;
- la planimetria della rete impianti a soffitto;
- la planimetria della rete di impianti elettrici destinati ad impianti di climatizzazione;
- l'impianto di terra ed eventualmente l'impianto antifulmine;
- i dettagli per la corretta installazione dei componenti elettrici;

3. Computi metrici estimativi;

4. Capitolato speciale d'appalto;

5. Documentazione relative alla protezione contro i fulmini - Verifica della necessità di ricorrere a dispositivi/impianti per la protezione contro i fulmini e, se necessari, la documentazione da allegare al progetto farà riferimento alle norme CEI applicabili per la protezione contro i fulmini.

Tutto quanto sopra indicato è relativo al «*progetto di un nuovo*» impianto elettrico: in caso di «*progetto di ampliamento/trasformazione*» di un impianto esistente, i documenti saranno i medesimi, ma saranno adattati allo specifico intervento, verificando accuratamente la compatibilità delle nuove parti di impianto con l'impianto preesistente.

Naturalmente, in considerazione dell'importanza delle opere da eseguire, il progetto di un impianto elettrico potrà accorpore i suddetti diversi documenti delineandone in maniera più o meno ampia i loro contenuti e/o rinviando eventuali dettagli all'esaustiva esposizione nelle tavole grafiche.

2.3 LE CARATTERISTICHE GENERALI E DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Negli impianti elettrici destinati agli «*edifici ad uso civile e similare*», generalmente sono in giuoco potenze contrattuali massime pari a 100 [kW].

Per questo tipo di realizzazioni, gli impianti sono alimentati dall'ente erogatore in bassa tensione (BT), con tensione nominale di 400 [V] in corrente alternata trifase più neutro (sistema di categoria I di tipo TT - vedasi alla successiva sezione 3 il paragrafo dedicato a «*Il sistema elettrico di distribuzione dell'energia*»).



**Pagine non disponibili
in anteprima**



2.6 DOCUMENTI INERENTI L'APPALTO DI UN IMPIANTO ELETTRICO

2.6.1 Capitolato generico per un impianto elettrico

Di seguito viene riportato uno schema di capitolato per un impianto elettrico destinato ad un edificio ad uso civile e similare.

Documento da redigersi su
CARTA INTESTATA DEL PROFESSIONISTA

 **DOC4**

Immobile sito in²

**OPERE PER LA REALIZZAZIONE
DI
NUOVO IMPIANTO ELETTRICO³**

CAPITOLATO LAVORI⁴

Committente:
via
provincia di

Data in formato alfanumerico

INDICE

1. Indicazioni e oneri generali
2. Elenco e descrizione delle opere
3. Elenco delle tavole grafiche
4. Tempi di esecuzione delle opere - Penale per ritardata consegna
5. Modalità di pagamento delle opere
6. Collaudo delle opere e garanzia

² Indicare il comune, la provincia, l'indirizzo completo.

³ Oppure trasformazione/ampliamento di impianto elettrico esistente.

⁴ Oppure capitolato lavori e computo metrico/computo metrico estimativo.

1. INDICAZIONI E ONERI GENERALI

Il presente capitolato lavori, unitamente al progetto ed alle tavole grafiche ⁵ di cui al successivo elenco, consente all'appaltatore la valutazione globale dell'entità delle opere relative all'impianto elettrico da realizzarsi nell'immobile sito in alla via, e farà parte integrante del contratto d'appalto che sarà stipulato tra il committente e l'impresa aggiudicataria dell'appalto.

L'appaltatore, invitato a presentare offerta per l'esecuzione delle opere di cui al presente capitolato, assicura che gli addetti che impiegherà per la loro realizzazione sono regolarmente assunti alle proprie dipendenze, assicurati ai fini previdenziali e antinfortunistici, iscritti al libro paga, regolarmente retribuiti secondo il CCNL di settore.

L'offerta che verrà consegnata dall'appaltatore a fronte del presente capitolato, farà espresso riferimento al presente documento, trasmesso con lettera di richiesta d'offerta prot. n. del, ed alla effettuazione del sopralluogo presso l'immobile oggetto dell'appalto a cura dell'appaltatore, esplicitandone la data.

Il committente ha previsto per il cantiere di cui al presente capitolato la nomina di un direttore dei lavori, il cui nominativo sarà comunicato all'impresa aggiudicataria dell'appalto prima dell'inizio delle lavorazioni.

Durante il corso dei lavori, l'emissione di qualsivoglia fattura da parte dell'appaltatore dovrà essere accompagnata dal relativo stato di avanzamento lavori, riportante la certificazione del direttore dei lavori circa l'effettiva esecuzione delle opere parziali di cui al presente capitolato.

Si precisa che i lavori avranno inizio dietro esplicita richiesta da parte del committente con verbale redatto dal direttore dei lavori e sottoscritto dall'appaltatore e comunque entro e non oltre il mese di del corrente anno.

A fronte dei tempi di esecuzione richiesti ed esplicitati al successivo articolo 4 del presente capitolato, l'appaltatore dovrà prevedere la redazione di un cronoprogramma.

Le opere indicate nel presente capitolato, nel progetto e nelle tavole grafiche di cui al successivo articolo 3, costituiscono oggetto di «*appalto chiavi in mano*».

Trattasi cioè di un appalto omnicomprensivo, in cui «*lavori, forniture e prestazioni necessari alla sua esecuzione*», sono tutti quelli che consentiranno la consegna delle opere «*a regola d'arte*», perfettamente funzionanti ed ultimate nei tempi previsti: le eventuali quantità indicate nel presente capitolato, nel progetto e nelle tavole grafiche sono indicative e dovranno essere verificate a cura dell'appaltatore nella fase di richiesta d'offerta e, in caso di aggiudicazione dell'appalto, prima dell'inizio dei lavori.

Il prezzo esposto dall'appaltatore nell'offerta presentata, costituisce il prezzo a corpo che verrà riconosciuto all'appaltatore ad opere ultimate e secondo le condizioni indicate al successivo articolo 5: non sono previste ulteriori varianti al suddetto prezzo a corpo se non relative a varianti all'allegato progetto, esplicitate dal committente con lettera scritta ed il cui prezzo sarà suffragato dal parere di congruità del direttore dei lavori.

⁵ In assenza di progetto solo «*tavole grafiche*».



**Pagine non disponibili
in anteprima**



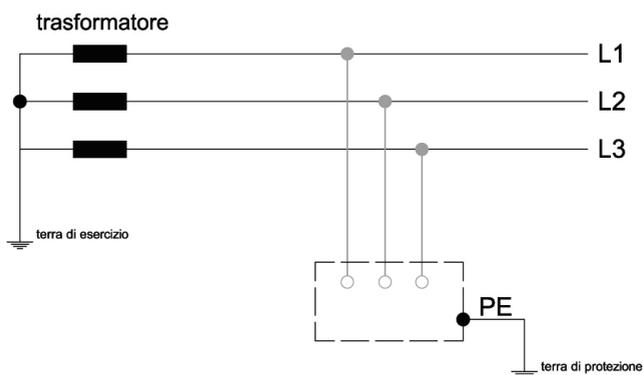


Figura 10 - Sistema IT

3.7 GLI ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'IMPIANTO ELETTRICO AD USO CIVILE E SIMILARE

La conformazione di un impianto elettrico dipende da molti fattori, tra cui la potenza impegnata, la densità ed il tipo degli utilizzatori, la struttura del fabbricato e, non da ultimo, le esigenze estetiche e quelle derivanti dall'architettura degli interni.

Nel settore degli impianti elettrici è dunque quasi impossibile tendere ad una «*tipologia standard*» per la sua realizzazione e l'unica base comune, per qualsiasi tipologia e per qualsiasi utente, è che ogni impianto elettrico ha inizio immediatamente a valle del punto di consegna della fornitura di energia elettrica e comprende gli apparecchi utilizzatori fissi, le prese a spina e tutte le condutture ⁸ principali, dorsali e di allacciamento.

⁸ Col termine «**conduttura**» si intende l'**insieme** composto da:

- conduttori o cavi elettrici;
- isolanti;
- elementi protettivi;
- elementi di sostegno e/o staffaggio;
- elementi di giunzione;
- elementi di derivazione;
- elementi di terminazione;

che svolge la funzione di convogliare la corrente dal punto di consegna dell'energia elettrica fino agli utilizzatori.

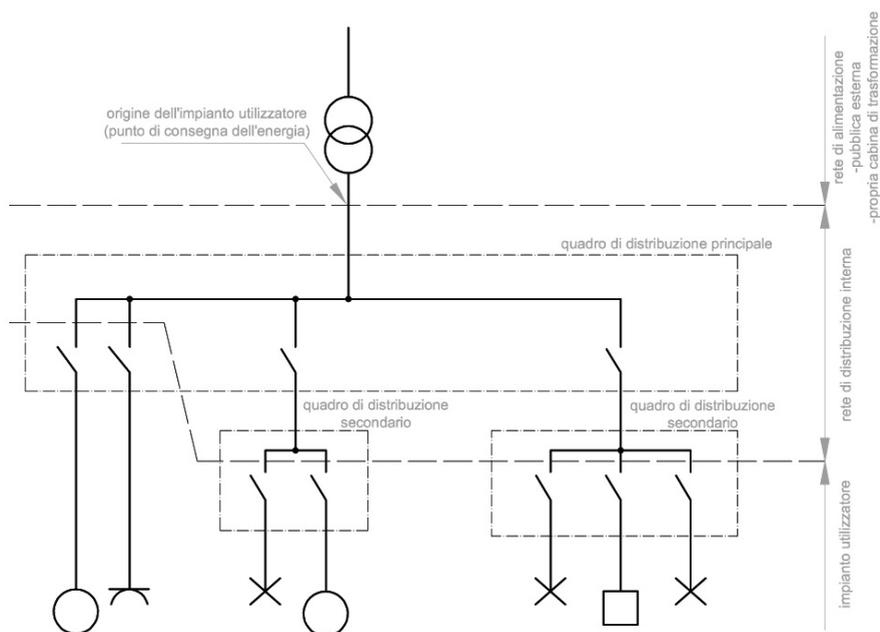


Figura 11 - Schema unifilare semplificato di un impianto elettrico utilizzatore

In questo capitolo, dopo una rassegna delle più comuni soluzioni impiantistiche, verranno analizzati tutti gli elementi costitutivi dell'impianto elettrico negli edifici ad uso civile e similare, unitamente alle loro caratteristiche ed alle loro modalità di posa per realizzare un impianto secondo la perfetta regola dell'arte. La trattazione riportata per gli elementi costitutivi può essere di ausilio per la redazione di un capitolato lavori.

3.7.1 Le più comuni soluzioni impiantistiche

Le schematizzazioni riportate nelle pagine seguenti, presentano per ciascuna soluzione le strutture che caratterizzano l'impianto elettrico ed i materiali solitamente utilizzati per la sua realizzazione.

È importante sottolineare come al giorno d'oggi e, soprattutto, in caso di ristrutturazione dell'immobile o del fabbricato o in caso di cambio di destinazione d'uso, le varie soluzioni possono coesistere addirittura in uno stesso ambiente.

Le soluzioni di seguito illustrate, ancorchè riferite alla realizzazione dell'impianto elettrico, sono anche valide per la realizzazione degli impianti complementari di fonia - dati, antintrusione, hi-fi, videcitofonico, diffusione sonora, audiovideo, antenna TV, satellitare TV. Le condutture per detti impianti complementari saranno distinte da quelle costituenti l'impianto elettrico, come previsto dalla normativa vigente.

3.7.1.1 L'impianto sotto traccia

Quando si utilizza

È la soluzione più utilizzata per la realizzazione dell'impianto elettrico di abitazioni, uffici, scuole, alberghi, negozi, magazzini e locali simili, ove gli ambienti sono di modeste dimensioni e l'arredamento è prevalentemente fisso.

La costruzione edilizia deve consentire il passaggio delle tubazioni nelle murature, nei soffitti e nei pavimenti.

Le condutture viaggiano incassate e sotto intonaco, i cavi elettrici sono tutti «*sfilabili*». Il quadro elettrico (o centralino), collegato al contatore di energia elettrica, è anch'esso di tipo incassato a parete e lo sportello di protezione è «*a filo*» con la parete stessa. Gli «*apparecchi di comando e derivazione*» degli utilizzatori e le «*prese a spina*» sono costituiti da scatole da incasso e da «*frutti*», cestelli e placche di tipo modulare. Una schematizzazione dell'impianto sotto traccia è riportata nella figura 12.

Vantaggi	I principali vantaggi di questo tipo di impianto sono l'estetica unita alla ottima protezione meccanica delle condutture salvo per il fissaggio a muro di ancoraggi e quadri
Svantaggi	I principali svantaggi sono la difficoltà degli ampliamenti, delle modifiche e la difficoltà di servire le utenze lontane dalle pareti

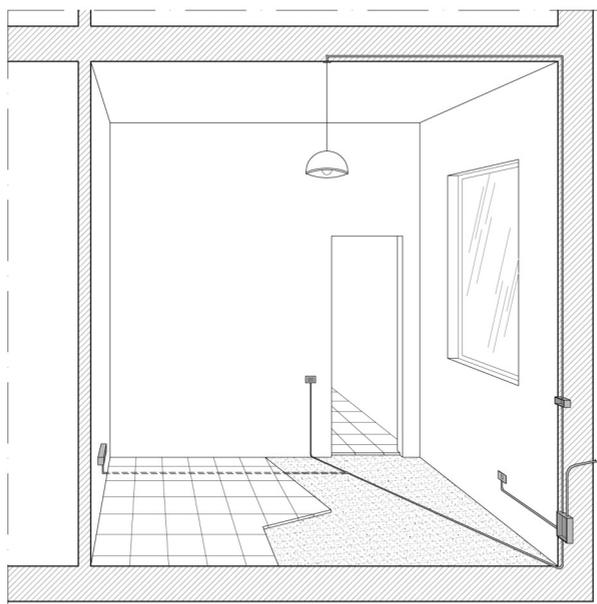


Figura 12 - Impianto sotto traccia

3.7.1.2 L'impianto con canalette a vista

Quando si utilizza

È la soluzione alternativa all'impianto sotto traccia quando si ristrutturano abitazioni, uffici, scuole, alberghi, negozi, magazzini e locali simili e quando è necessaria una grande flessibilità dell'impianto elettrico.

Le condutture sono a vista e posate «a battiscopa», «a parete» e «a soffitto». Gli elementi ove viaggiano i cavi elettrici sono costituiti da canalette ed accessori di derivazione e giunzione, e possono essere unifilari, bifilari e trifilari, cioè a 1, 2 e 3 scomparti.

I cavi elettrici sono tutti «sfilabili».

Il quadro elettrico (o centralino), collegato al contatore di energia elettrica, è anch'esso a vista, così come il raccordo alle canalette. Il collegamento al contatore di energia elettrica può essere realizzato con condutture a vista o di tipo incassato.

Gli «apparecchi di comando e derivazione» degli utilizzatori e le «prese a spina» sono costituiti da scatole da incasso e da «frutti», cestelli e placche di tipo modulare come per l'impianto «sotto traccia», ma sono inseriti in appositi «portapparecchi a vista collegati alle canalette».

Una schematizzazione dell'impianto con canalette a vista è riportata nella figura 13.

Vantaggi	I principali vantaggi di questo tipo di impianto sono l'indipendenza della sua realizzazione dalla struttura edile dell'immobile, la rapidità e facilità di esecuzione, di ampliamento, di modifica e di esecuzione.
Svantaggi	I principali svantaggi sono l'estetica, la difficoltà di servire le utenze lontane dalle pareti, la difficoltà di manutenzione ordinaria per eseguire le decorazioni delle pareti.

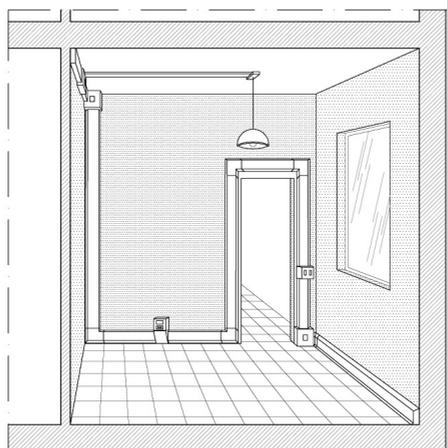


Figura 13 - Impianto con canalette a vista



**Pagine non disponibili
in anteprima**



3.7.5.6.2.1 Cavo non interrato con isolamento in PVC o in EPR

Per individuare la sezione del conduttore di fase e la relativa portata di corrente nel caso di posa non interrata ed isolamento in PVC o in EPR, si è applicato il metodo che fa riferimento alla norma CEI-UNEL 35024-1. Il valore della portata effettiva del cavo si ricava dalla seguente formula:

$$I_z = I_{z0} \times K_{\text{tot}}$$

$$K_{\text{tot}} = K_1 \times K_2$$

dove:

I_{z0} è la portata a 30°C di un singolo cavo installato;

K_1 è il coefficiente di correzione di portata per temperatura ambiente diversa da 30°C;

K_2 è il coefficiente di riduzione di portata per gruppi di cavi posati in fascio o in strato.

Il coefficiente correttivo K_1 è determinato attraverso la seguente tabella 7.

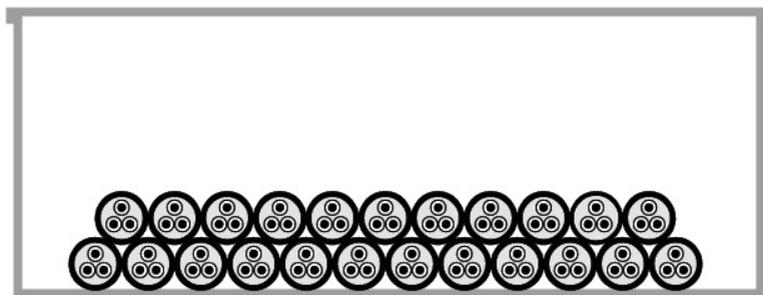
Temperatura ambiente (°C)	PVC	EPR
10	1,22	1,55
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1	1
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Tabella 7 - Coefficiente K_1 : influenza della temperatura

Il coefficiente correttivo K_2 tiene conto della diminuzione di portata di un cavo posato nelle vicinanze di altri cavi, conseguente al loro mutuo riscaldamento. Il coefficiente K_2 è riferito a cavi posati in modo ravvicinato, in fascio o strato.

Per «fascio» si intende un raggruppamento di cavi non distanziati (figura 26).

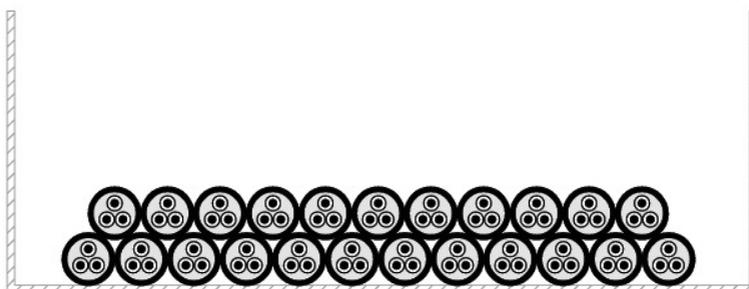
16 Valori di ingresso per la risoluzione dell'esempio 1.



1) IN CANALA
INGOMBRO PASSERELLA CHIUSA CON COPERCHIO
200x75[mm]



2) IN TUBO
TUBO IN PVC SERIE PESANTE
Ø32



3) IN CANALA
PASSERELLA PERFORATA
200x75[mm]

Figura 26 - Cavi in fascio: 1) in canala; 2) in tubo; 3) su passerella perforata



**Pagine non disponibili
in anteprima**



3.7.13.2 L'impianto di terra - Componenti

Il **dispersore** è un elemento o un insieme di elementi metallici collegati in modo da essere in contatto elettrico col terreno per disperdere le correnti elettriche di guasto. Esso deve essere dimensionato in funzione dei seguenti criteri:

- i suoi collegamenti debbono garantire nel tempo una buona continuità elettrica tra le varie parti del dispersore;
- la sua resistenza meccanica deve essere adeguata ad evitare eventuali danneggiamenti dovuti alle sollecitazioni in fase di installazione o agli assestamenti del terreno;
- deve possedere resistenza alla corrosione chimica del terreno e non essere aggressivo verso le altre strutture metalliche interrate alle quali il dispersore è collegato elettricamente;
- deve avere una sezione adeguata a sopportare, senza danni, le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto verso terra.

Esistono due tipi di dispersori:

1. il dispersore intenzionale - Può essere del tipo a picchetto, a corda, a piastra, ecc.. È utilizzato per la messa a terra degli impianti elettrici, con conseguente protezione contro i contatti indiretti delle persone. I requisiti fondamentali che deve possedere sono:

- resistenza ³¹ agli agenti chimici del terreno;
- buona conducibilità elettrica fra i vari elementi;
- buona robustezza meccanica, in modo da resistere alle sollecitazioni provocate dalle operazioni di installazione e dall'adattamento del terreno;

1.a i dispersori a picchetto hanno una di forma tipo cilindrica oppure sono realizzati in acciaio zincato a caldo. I dispersori a picchetto cilindrici sono costituiti da una serie di tubi o tondini suddivisi in pezzi di circa 1,5 [m], uniti per mezzo di filettature. Hanno, inoltre, una discreta facilità di infilaggio nel terreno a notevoli profondità, mentre, quando le profondità di posa non sono elevate, si possono utilizzare i profilati d'acciaio zincato a caldo.

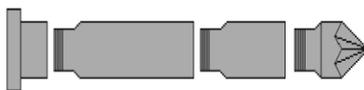


Figura 53 - Dispersore a picchetto per infissione profonda

1.b nei terreni di tipo roccioso, dove è particolarmente difficile installare dispersori a picchetto o in acciaio zincato, sono utilizzati i **dispersori a piastra**. La posa è generalmente in verticale, mentre quando la particolare conformazione dei terreni non lo permette, la posa avviene in modo orizzontale.

³¹ Compresa le giunzioni e i morsetti.

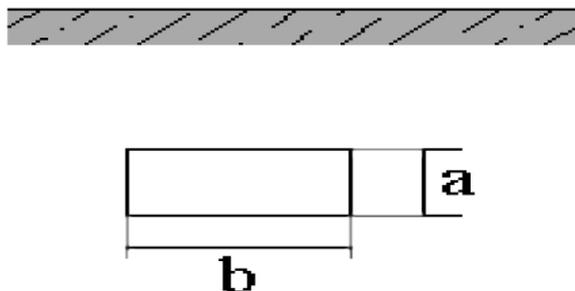


Figura 54 - Dispersore a piastra

- 1.c** il **dispersore ad anello** è ottenuto collegando insieme (cioè ad anello) i conduttori nudi (nastri o corde) posati nel terreno a una profondità di almeno 0,5 [m].
- 1.d** dal dispersore ad anello discende il **dispersore a maglia** (eventualmente integrato con picchetti), ottenuto collegando insieme corde di rame o di acciaio zincato interrate ad almeno 0,5 [m] (vedasi in proposito la successiva figura 55). Le giunzioni fra i vari elementi e il dispersore devono essere eseguite con una saldatura forte oppure con determinati morsetti in grado di assicurare una buona conducibilità elettrica e di sopportare eventuali sforzi meccanici; inoltre deve essere anche garantita la protezione contro la corrosione.

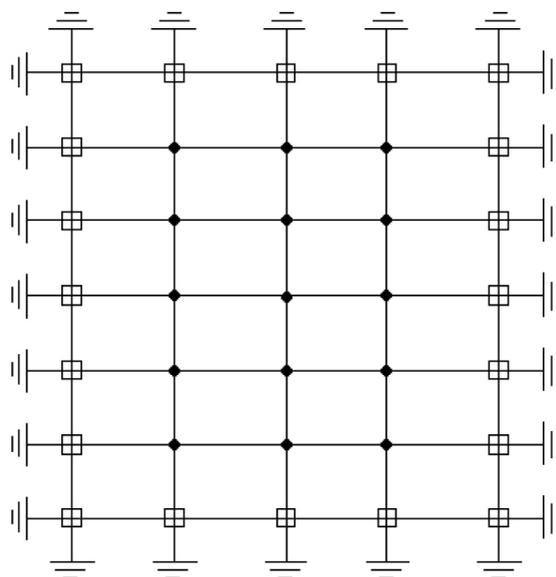


Figura 55 - Dispersore a maglia con integrazione di picchetti

2. il **dispersore di fatto** - È un oggetto metallico in contatto diretto col terreno o per il tramite del calcestruzzo. Questo tipo di dispersore è normalmente utilizzato per scopi diversi dalla messa a terra degli impianti elettrici. I dispersori di fatto hanno superfici di contatto col terreno più grandi di quelle dei dispersori intenzionali, per cui il loro contributo alla dispersione della corrente di guasto può essere notevole. In genere sono costituiti dagli elementi metallici degli edifici, dalle tubazioni metalliche di acqua ed altri fluidi, dalle armature metalliche dei cavi a contatto col terreno ecc..

Negli edifici di tipo civile, durante la fase di progetto, è doveroso considerare l'impiego di questo tipo di dispersori e fare molta attenzione alla realizzazione dei collegamenti (legature e/o saldature) tra i ferri della struttura, in modo da ottenere una resistenza elettrica bassa. Nella realizzazione dei collegamenti, occorre fare attenzione a come sono accoppiati i diversi materiali metallici (ad esempio rame e ferro), che potrebbero essere sottoposti a fenomeni di corrosione dovuti a eventuali correnti vaganti, o per l'effetto pila tra i metalli stessi. In questo caso si devono utilizzare le giuste piastre di accoppiamento bimetalliche.

- La **massa** è la parte metallica di un dispositivo elettrico che, in condizioni ordinarie, può essere toccata poiché non in tensione, ma che, in condizioni di guasto o per cedimento dell'isolante principale, potrebbe esserlo.
- La **massa estranea** è la parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, che può introdurre un potenziale di terra (es. tubazione metallica in contatto con il terreno) o un altro potenziale proveniente da un impianto estraneo (potenziale pericoloso trasferito dall'impianto guasto di un'altra unità abitativa)³².
- Il **conduttore di protezione PE** è il conduttore di protezione contro i contatti indiretti (identificato con il colore giallo/verde), per il collegamento delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale.
- Il **conduttore PEN** è il conduttore che svolge simultaneamente le funzioni di protezione e di neutro.
- Il **conduttore di terra C_T** è il conduttore di protezione che unisce il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore o i dispersori tra loro. Gli eventuali tratti di corda nuda a contatto col terreno devono essere considerati parte del dispersore. È in genere consigliabile proteggere le parti interrato e quelle emergenti mediante tubi, per migliorare le difese contro la corrosione e contro gli urti.
- Il **collettore (o nodo) principale di terra M_T** è il nodo principale, realizzato mediante sbarra o morsetti, al quale fanno capo le diverse parti dell'impianto collegandole tra loro, quali ad esempio, il dispersore, i conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali e di terra.

³² Le masse e le masse estranee devono essere collegate all'impianto di terra.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



ESEMPIO 4

L'UFFICIO DI MEDIA SUPERFICIE

DOWNLOAD

(Le sigle riportate accanto alle icone che identificano i contenuti scaricabili corrispondono al nome del file)

Tavole:



DWGE4

Rendering:



PDFE4

UFFICIO DI MEDIA SUPERFICIE	
<i>I dati di Progetto dell'Impianto Elettrico</i>	
GENERALITA'	Superficie Commerciale dell'Immobile = 140 [mq]
	Flessibilità dell'Impianto nel tempo = Bassa
	Budget a disposizione = Medio
	Architettura dell'Immobile = Media
	Grado di Finitura richiesto (Estetica) = Medio
	Nuovo Impianto
<i>CARATTERISTICHE FORNITURA E.E.</i>	230[V]; 1F + N; 50 [Hz]; 4,5 [kW]; Sistema TT
<i>CADUTA DI TENSIONE AMMESSA</i>	3%
<i>CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE</i>	Ordinario
<i>PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI</i>	IP 20
<i>TIPOLOGIA IMPIANTO FM</i>	Tipo di Conduttura : Tubazione in PVC Serie Leggera/Pesante - Scatole da Incasso "503" - Scotole di Derivazione "PT" - Cavetteria Unipolare N07V-K /Multipolare FROR; <i>Modalità di Posa:</i> Sotto Traccia; <i>Tipo di Apparecchi Utilizzatori:</i> Serie " Interlink/Light - bTicino"
<i>POTENZA IMPIANTO CDZ</i>	Solo Predisposizione
<i>TIPOLOGIA IMPIANTO ILLUMINAZIONE ORDINARIA</i>	Modalità di Posa: Sotto Traccia/Tubazione a Vista sopra controsoffitto; <i>Tipo di Apparecchi Illuminanti:</i> "LUCEPLAN - D18 SCREEN/Lightdisc/Costanza" - " 3129/Mini Ghost/747 Oblò - disano"
<i>TIPOLOGIA IMPIANTO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA</i>	Tipo di Apparecchi Illuminanti: "Pratica Completa 626 - Beghelli"
<i>TIPOLOGIA IMPIANTI AUSILIARI</i>	Presenza di Impianti: TV Terrestre - TV Satellitare - Fonia e Dati - Allarme
<i>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI</i>	Interruttori Differenziali $I_{\Delta n}$ 0,03 [mA]
<i>IMPIANTO DI TERRA</i>	Conduttore di Protezione/Conduttori Equipotenziali collegati ad Impianto di Terra Condominiale
<i>STIMA DELLA TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE</i>	Ore Totali di Coppia di Addetti costituita da uno Specialista e da un Aiutante: minimo 180 - massimo 200

SK4 - SCHEDA RIASSUNTIVA DEL PROGETTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

RELAZIONE TECNICA «PROGETTO UFFICIO MEDIA SUPERFICIE»

Immobile

L'immobile in cui verrà realizzato l'ufficio medio, si trova al piano primo di un fabbricato ubicato in zona semicentrale ed ha una superficie commerciale di circa 120 [m²].

La palazzina è in uno stato di ordinaria manutenzione, mentre l'immobile, ai fini realizzativi del nuovo progetto impiantistico elettrico, richiede la rimozione del preesistente impianto, in quanto già destinato ad uso di civile abitazione.

Budget

Il budget economico stabilito dal committente per questa realizzazione si attesta sui valori medi del mercato, considerati la qualità del grado di finitura e l'architettura interna dell'immobile.

Fornitura energia elettrica

L'impianto elettrico dell'ufficio medio è di categoria I mentre la fornitura di energia elettrica dall'ente erogatore sarà in bassa tensione con un sistema di distribuzione tipo TT, trifase con neutro, alla tensione di 400 [V] e frequenza 50 [Hz].

$\Delta U\%$

La massima caduta di tensione ammissibile su ogni linea dei circuiti terminali sarà del 3%.

Contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, ottenuta attraverso dispositivi di protezione differenziale. Tale esigenza sarà soddisfatta con l'impiego di interruttori automatici magnetotermici dotati di relè differenziale ad alta sensibilità (0,03 [A]) a protezione dei circuiti terminali.

Contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti con parti in tensione verrà realizzata mediante l'impiego di involucri o barriere aventi grado di protezione IP20 (corpi illuminanti dei vari ambienti), IP45 (corpi illuminanti nei servizi igienici, torrette a pavimento), IP55 (carpenteria quadro elettrico generale/UPS). L'impiego di dispositivi differenziali ad alta sensibilità a protezione dei circuiti terminali, costituirà in ogni caso una efficace protezione addizionale contro i contatti diretti.

Ambienti

Gli ambienti sono tutti classificabili di tipo ordinario, considerato che nei servizi igienici non verranno realizzati né docce né vasche, e che all'interno di ciascun servizio igienico sarà posizionato il solo interruttore del corpo illuminante a soffitto.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



- per le prese di servizio a muro destinate ad utenze normali sono state previste n. 10 di tipo N2 composte ciascuna da n. 1 «presa 2P+T 10/16 [A] 250 [V] (interasse 19 mm e 26 mm in configurazione bipasso - alveoli protetti - adatta per prese di tipo standard Italia e spine di tipo schuko)» e da n. 1 «presa 2P+T 10/16 [A] 250 [V] (interasse 19 mm e 26 mm in configurazione bipasso)».

Le apparecchiature per la fruizione dell'impianto FM a prese e spine, possono essere liberamente scelte dal committente utilizzando la produzione commerciale. Il dimensionamento delle sezioni dei cavi FM e la scelta degli interruttori di protezione di ogni linea FM viene riportata nel successivo passo 2, dedicato al progetto dei quadri elettrici.

L'impianto di illuminazione è suddiviso in due distinti circuiti, illuminazione di tipo ordinario ed illuminazione di emergenza.

Si procederà nel progetto stabilendo il numero di apparecchi destinati alla illuminazione dei vari ambienti, attraverso il calcolo di cui al successivo passo 3, assumendo quale tipologia del corpo illuminante quella riportata nel «lay-out» architettonico fornito dal progettista.

Il numero dei circuiti per l'illuminazione ordinaria e le eventuali sottosezioni sono determinate sulla base delle necessità espresse dal committente, individuando così il numero di interruttori da prevedersi sul QEG per l'alimentazione delle varie linee di alimentazione.

Nello specifico, per l'ufficio medio, sono state previste:

- le linee per l'illuminazione di LA, LB, LC, LD, LE e LF, attivabili attraverso l'interruttore C1 posto all'interno del quadretto accensioni (QAC) e dai singoli interruttori/deviatori a parete;
- le linee per l'illuminazione di LG e LEXT, attivabili attraverso i singoli interruttori/deviatori a parete.

Le apparecchiature per l'accensione dell'impianto d'illuminazione, possono essere liberamente scelte dal committente utilizzando la produzione commerciale.

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato con apparecchi autonomi di tipo SE, con lampade accese solo in emergenza. La potenza totale prevista nella precedente tabella per l'illuminazione di emergenza è conseguente alle predette scelte.

Passo 2 Quadri elettrici

Vengono previsti due quadri elettrici posti all'interno del locale tecnico, denominati QEG e QEUPS, realizzati con involucro in PVC ad incasso più porte metalliche esterne alla parete in muratura, con grado di protezione IP55. Considerata la potenza calcolata (passo 1) pari a 21,90 [kW], la potenza contrattuale da impegnare con l'ente erogatore prescelto dal committente dovrà essere pari a 25 [kW] più fascia di 2,5 [kW].

L'interruttore generale di tipo modulare del QEG, conforme alla norma CEI EN 60947-2, avrà le seguenti caratteristiche:

- tensione (U_e): 400 [V];
- potere d'interruzione (I_{cu}): 10 [kA];

- corrente nominale (I_n): 63 [A];
- corrente differenziale (I_{dn}): 0,3 [A];

Dal contatore parte la linea di alimentazione che lo collega al QEG, realizzata con cavo N07V-K di sezione pari a 25 [mm²] sia per il conduttore di fase che per quello

Il QEG/QEUPS in PVC sono realizzati con struttura di tipo monoblocco e dimensioni complessive derivanti dalla composizione di vari comparti di larghezza variabile 24 - 36 «*moduli DIN*». La disposizione delle apparecchiature e degli strumenti deve essere adeguata alla necessità di esercizio e di manutenzione ordinaria e straordinaria. Il dimensionamento del quadro è stato realizzato tenendo conto:

- della dissipazione del calore delle apparecchiature - ha quindi volume sufficiente al loro smaltimento;
- di comodo e facile accesso alle apparecchiature - in particolare a quelle parti di più frequente ispezione (morsettiera);
- di futuri ampliamenti - il dimensionamento della carpenteria viene migliorato del 25%, utilizzando una carpenteria con un numero massimo di 105 moduli.

Le morsettiere devono riportare le indicazioni necessarie per contraddistinguere il circuito ed il servizio a cui ciascun conduttore appartiene.

I quadri elettrici forniti dovranno essere muniti di una targa indelebile ed inamovibile identificante i dati richiesti dalla norma CEI EN 60439-1 (anno di costruzione, nome del costruttore, numero identificativo, tensione nominale, corrente nominale, natura della corrente, frequenza, grado di protezione).

I vari moduli sono tutti apribili attraverso apposito attrezzo, ad eccezione della portella del QEG contenente le barre di rame, su cui è stata posta una bobina di sgancio che toglie tensione all'interruttore generale.

Le apparecchiature di manovra e protezione sono raggruppate sul fronte del quadro e sono montate ad un'altezza dal pavimento compresa tra 200 e 1500 [mm]: la loro funzione è individuata da targhette indelebili ed inamovibili, le cui diciture sono rilevabili dagli schemi elettrici unifilari che dovranno essere forniti, in copia plastificata, su supporto rigido da posizionarsi all'interno del locale tecnico su una parete in muratura.

Per l'ingresso/l'uscita dei cavi e per tutte le apparecchiature che possono restare in tensione anche a sportello aperto, sono da prevedersi apposite protezioni in materiale isolante, con adesivi monitori indicanti «*apparecchiatura sotto tensione*».

I quadri forniti sono muniti di dichiarazione di conformità e di certificato di collaudo del costruttore secondo la norma CEI EN 60439-1. Una copia della suddetta documentazione viene inserita in una tasca portadocumenti da posizionarsi accanto al supporto rigido degli schemi elettrici unifilari.

Gli interruttori di protezione e gli interruttori di manovra-sezionatori con portata superiore o uguale a 125 [A] sono costruiti nella tipologia «*scatolata*»: considerate le potenze degli utilizzatori installati nel nuovo ufficio medio, sui due quadri elettrici saranno montati solo interruttori di tipo «*modulare*», agganciabili alla guida DIN installata nel vano interno della carpenteria.

Gli interruttori di protezione sono dotati di sganciatori a relè per la realizzazione delle funzioni di protezione richieste ed indicate sugli schemi di riferimento. Per ciò che riguarda la protezione contro il sovraccarico:

— la soglia di intervento fissa sarà compresa tra 10 [A] e 25 [A] per i circuiti indicati con «L»/«FM», con curva caratteristica di tipo «c» e «d»; mentre per la protezione contro i corto circuiti i valori di taratura/campo di regolazione vale:

— $10 \times I_n$ [A] per i circuiti indicati con «L»;

e:

— tra $16 \times I_n$ [A] e $25 \times I_n$ [A] per i circuiti indicati con «FM»/CDZ;

così come indicato negli schemi dei quadri elettrici.

Riguardo poi il potere di interruzione (I_{cs}) dei dispositivi di manovra e protezione installati all'interno dei quadri elettrici, si constata che tale valore è superiore al valore della corrente di corto circuito presente nel punto di installazione con un valore minimo di 6 [kA]: saranno pertanto installati interruttori modulari aventi I_{cs} pari a 10 [kA].

Considerato per ogni utenza il valore del carico da alimentare, viene determinato il valore della corrente d'impiego I_b assorbita dalla singola linea e, una volta nota la corrente I_b , verrà scelto l'interruttore di corrente nominale I_n superiore in modo da rispettare la norma CEI 64-8 edizione 7 sezione 4 par. 433.2 recante il «*coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione*», ove viene indicato che contro i sovraccarichi le caratteristiche di funzionamento del dispositivo di protezione dei cavi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

ove I_z è la corrente sopportabile in regime permanente da un determinato cavo senza superare un determinato valore di temperatura ed I_f è la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale.

I calcoli per determinare la sezione dei cavi di ogni linea e la conseguente scelta degli interruttori è riportata nella tabella di cui al successivo passo 4.

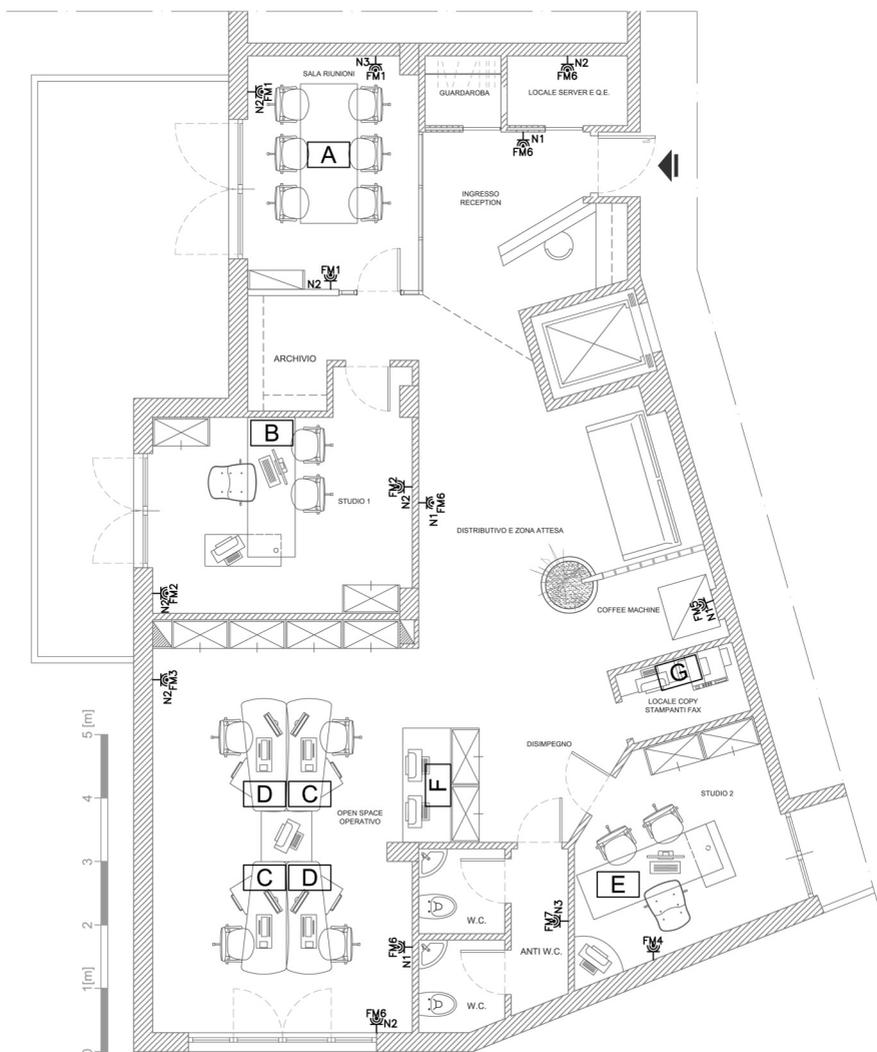
La scelta degli interruttori avverrà attraverso un catalogo tecnico prescelto a priori fra le primarie aziende costruttrici, sulla scorta dei predetti dati di progetto (flessibilità dell'impianto, reperibilità sul mercato nazionale, scelta di gamma, costo medio, affidabilità).

La corrente nominale dell'interruttore di protezione I_n prescelto per i circuiti di illuminazione è pari a 10 [A], pur essendo il valore effettivo derivante dal calcolo è molto inferiore. Viene effettuata questa scelta per rendere l'impianto più flessibile. Per quanto riguarda gli interruttori che alimentano le linee FM, la I_n è pari a 16 [A] in quanto, come anzidetto, le prese utilizzate supportano tutte il passaggio di una corrente con intensità fino a 16 [A].



**Pagine non disponibili
in anteprima**





POSIZIONE TIPICA TORRETTE (FM/TD) E PRESE FM

(v. legenda torrette alla pagina successiva)

PARTICOLARI COMPOSIZIONE TORRETTE

SALA RIUNIONI



STUDIO 1



OPEN SPACE OPERATIVO



STUDIO 2



OPEN SPACE OPERATIVO

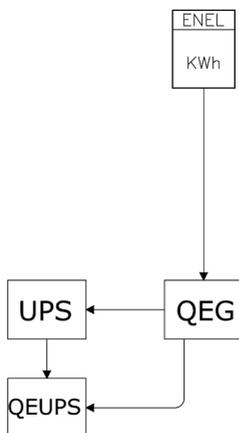


LOCALE FOTOCOPIE

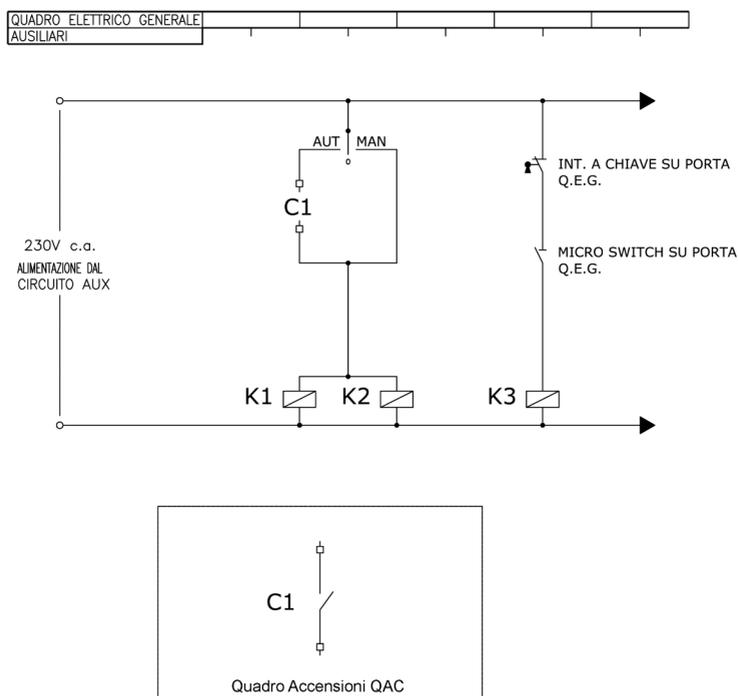


LEGENDA TORRETTE

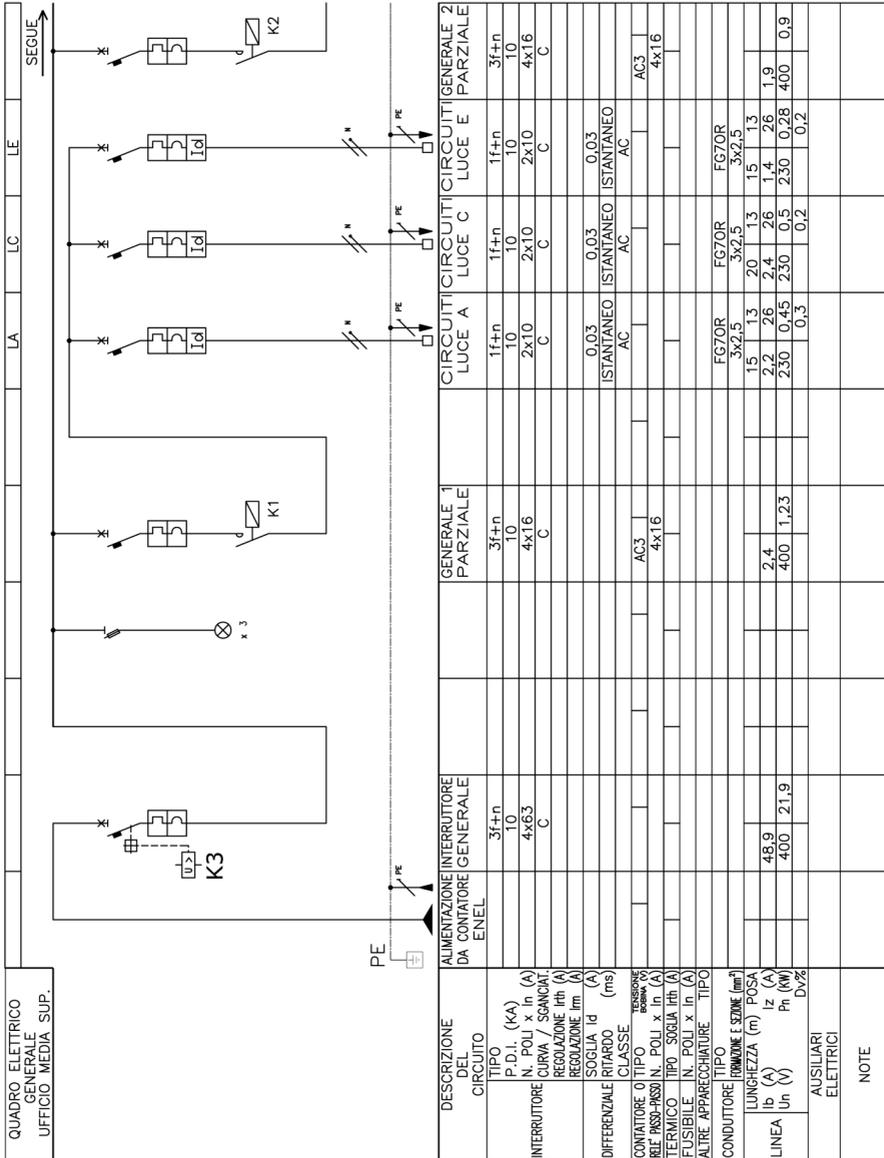
SCHEMA A BLOCCHI



UFFICIO DI MEDIA SUPERFICIE - COLLEGAMENTO QUADRI



QEG4 - QUADRO ELETTRICO GENERALE - CIRCUITI AUSILIARI



QE4 - QUADRO ELETTRICO GENERALE - 1/3

