

Luciano Luciani

# PROGETTARE L'IMPIANTO ELETTRICO

**DAL DIMENSIONAMENTO  
ALLA DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO**

**TERZA EDIZIONE**

AGGIORNATA ALLE NORME VIGENTI, ALLA QUARTA VARIANTE DELLA NORMA CEI 64-8,  
ALLE NUOVE PUBBLICAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI E ALLE PRESCRIZIONI SULLA SICUREZZA



**PRONTO  
GRAFILL**

Clicca e richiedi di essere contattato  
per informazioni e promozioni

**SOFTWARE INCLUSO**

**IN VERSIONE DESKTOP E IN VERSIONE WEBAPP**

MODULISTICA DI PROGETTO, FOGLI DI CALCOLO PER IL DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ELETTRICI,  
NORMATIVA DI RIFERIMENTO, SIMBOLI ELETTRICI IN DWG ED ESEMPI

**APPLICAZIONI PER SMARTPHONE ANDROID**

PER ESEGUIRE CALCOLI ELETTRICI E VALUTAZIONI IN FASE DI PROGETTO O IN CANTIERE



**GRAFILL**

Luciano Luciani

## PROGETTARE L'IMPIANTO ELETTRICO

DAL DIMENSIONAMENTO ALLA DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Ed. III (9-2018)

ISBN 13 978-88-8207-985-7

EAN 9 788882 079857

Collana **Manuali** (225)

Luciani, Luciano <1962->

Progettare l'impianto elettrico : dal dimensionamento alla documentazione di progetto / Luciano Luciani. – 3. ed. – Palermo : Grafill, 2018.

(Manuali ; 225)

ISBN 978-88-8207-985-7

1. Impianti elettrici – Progettazione.

621.3193 CDD-23

SBN Pal0305794

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato \*.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader.**

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.

Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail [grafill@grafill.it](mailto:grafill@grafill.it)

Finito di stampare nel mese di settembre 2018

presso **Tipografia Luxograph S.r.l.** Piazza Bartolomeo Da Messina, 2 – 90142 Palermo

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

## SOMMARIO

<b>PREFAZIONE</b> .....	p.	9
– Prefazione alla seconda edizione .....	"	10
– Prefazione alla terza edizione.....	"	10
<b>1. ELEMENTI PRATICI DI ELETTROTECNICA</b> .....	"	11
1.1. Elementi essenziali .....	"	11
1.2. Applicazioni nella pratica .....	"	20
<b>2. INTRODUZIONE AL PROGETTO</b> .....	"	24
2.1. Che cos'è un progetto elettrico .....	"	24
2.2. Introduzione alla norma .....	"	26
2.3. Contenuto tecnico dei progetti .....	"	30
2.4. Condizioni ambientali e influenze esterne .....	"	32
2.5. Analisi preventiva .....	"	34
<b>3. I COMPONENTI DELL'IMPIANTO</b> .....	"	38
3.1. Interruttori e protezioni.....	"	38
3.1.1. Interruttori di manovra e sezionatori.....	"	38
3.2. Interruttore automatico magnetotermico .....	"	39
3.3. Fusibili .....	"	44
3.4. Interruttori differenziali .....	"	46
3.5. Contattore.....	"	50
3.6. Relè termico.....	"	51
3.7. Comando di emergenza .....	"	52
<b>4. CAVI E CONDUTTURE</b> .....	"	53
4.1. Cavi.....	"	53
4.2. Designazione e caratteristiche dei cavi.....	"	54
4.3. Tubi e canali portacavi.....	"	61
4.4. Condotti sbarre.....	"	63
<b>5. PRESE A SPINA</b> .....	"	64
<b>6. GLI ASPETTI FONDAMENTALI DELLA SICUREZZA</b> .....	"	66
6.1. Le norme del settore elettrico .....	"	66

6.2.	Contatti diretti .....	p.	69
6.3.	Impianto di messa a terra .....	"	72
6.4.	Sistemi di distribuzione e modi di collegamento a terra.....	"	75
6.5.	Alimentazione dei servizi di sicurezza .....	"	78
6.6.	Contatti indiretti.....	"	78
6.7.	Ulteriori protezioni contro i contatti indiretti .....	"	84
6.7.1.	Protezione mediante componenti di classe II o con isolamento equivalente.....	"	84
6.7.2.	Protezione mediante separazione elettrica.....	"	85
6.8.	Protezione combinata contro i contatti diretti ed indiretti .....	"	86
6.9.	Protezione contro gli effetti termici .....	"	87
6.10.	Sovracorrenti.....	"	88
6.10.1.	Sovraccarico.....	"	89
6.10.2.	Cortocircuito .....	"	90
6.11.	Sovratensioni e abbassamenti di tensione.....	"	94
6.11.1.	Sovratensioni.....	"	94
6.11.2.	Protezione contro l'abbassamento di tensione.....	"	94
7.	<b>LA DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO</b> .....	"	96
7.1.	I dati di progetto.....	"	97
7.2.	Progetto preliminare .....	"	100
7.3.	Progetto definitivo.....	"	101
7.4.	Progetto esecutivo.....	"	102
7.5.	Documentazione finale di progetto.....	"	105
7.6.	Impianti non soggetti a progettazione.....	"	105
8.	<b>SCELTA ED INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI</b> .....	"	107
8.1.	Prescrizioni generali .....	"	107
8.2.	Condutture .....	"	107
8.3.	Quadri elettrici .....	"	109
8.4.	Circuiti ausiliari .....	"	111
9.	<b>SCHEDE DI CALCOLO</b> .....	"	117
9.1.	Calcolo e dimensionamento dell'impianto di messa a terra .....	"	117
9.2.	Dimensionamento e selettività degli interruttori differenziali.....	"	122
9.3.	Calcolo caduta di tensione .....	"	124
9.4.	Calcolo della rete elettrica .....	"	126
9.4.1.	Scelta del sistema di distribuzione.....	"	126
9.4.2.	Determinazione della corrente di impiego.....	"	128
9.4.3.	Scelta dei cavi e determinazione della portata.....	"	130
9.4.4.	Calcolo della corrente di sovraccarico e cortocircuito.....	"	131
9.4.5.	Verifica energia specifica passante.....	"	137
9.4.6.	Verifica della caduta di tensione.....	"	139

9.4.7.	Dimensionamento dei canali portacavo .....	p.	140
9.5.	Calcolo illuminazione artificiale.....	"	141
9.5.1.	Calcolo per illuminazione di interni.....	"	144
<b>10.</b>	<b>SCHEDI DI PROGETTO .....</b>	"	150
10.1.	Connessione alla rete elettrica .....	"	150
10.2.	Distribuzione degli impianti .....	"	152
10.3.	Prescrizione per gli impianti di illuminazione.....	"	153
10.4.	Illuminazione di sicurezza .....	"	156
10.5.	Rifasamento .....	"	159
10.6.	Prescrizioni per impianti residenziali, ordinari e similari.....	"	163
10.7.	Impianti generali per ingressi, scale e locali di servizio .....	"	168
10.8.	Impianti di comunicazione ed impianti elettronici .....	"	171
<b>11.</b>	<b>SCHEDI DI PROGETTO. IMPIANTI ED APPLICAZIONI</b>		
	<b>PARTICOLARI.....</b>	"	175
11.1.	Impianti in locali contenenti bagni o docce .....	"	175
11.2.	Piscine e fontane .....	"	176
11.3.	Locali e cabine contenenti riscaldatori per sauna .....	"	179
11.4.	Cantieri di costruzione e demolizione .....	"	179
11.5.	Strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico.....	"	180
11.6.	Locali ad uso medico .....	"	181
11.6.1.	Circuiti prese a spina.....	"	184
11.6.2.	Alimentazione dei servizi di sicurezza dei gruppi 1 e 2 .....	"	184
11.6.3.	Circuiti di illuminazione di sicurezza .....	"	184
11.6.4.	Verifiche dei locali appartenenti ai gruppi 1 e 2.....	"	185
11.6.5.	Schemi, documentazione ed istruzioni operative.....	"	186
11.7.	Fiere, mostre e stand .....	"	186
11.7.1.	Componenti elettrici.....	"	187
11.8.	Impianti fotovoltaici .....	"	188
11.8.1.	Dati fondamentali per la progettazione .....	"	189
11.8.2.	Analisi impianto fotovoltaico.....	"	192
11.8.3.	Approfondimento prescrizioni tecniche.....	"	196
11.8.4.	La connessione alla rete BT .....	"	200
11.8.5.	La connessione alla rete in MT .....	"	201
11.8.6.	Misura di energia elettrica per fini fiscali e tariffari.....	"	202
11.8.7.	Protezioni contro i fulmini .....	"	203
11.8.8.	La sicurezza delle installazioni .....	"	203
11.8.9.	Attività soggette al controllo dei vigili del fuoco .....	"	203
11.9.	Impianti di illuminazione situati all'esterno .....	"	204
11.9.1.	Protezioni .....	"	206
11.9.2.	Componenti .....	"	207
11.10.	Ambienti a maggior rischio in caso di incendio .....	"	207
11.10.1.	Protezione delle condutture.....	"	209

11.11. Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo o intrattenimento.....	p.	211
11.12. Gruppi generatori a bassa tensione.....	"	215
11.13. Alimentazione dei veicoli elettrici.....	"	219
11.14. Cavi scaldanti e sistemi di riscaldamento integrati.....	"	222
<b>12. IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI</b>		
<b>A RISCHIO DI ESPLOSIONE.....</b>	"	224
12.1. Pericolo di esplosione per la presenza di gas.....	"	226
12.2. Pericolo di esplosione per la presenza di polveri.....	"	229
12.3. Scheda tecnica per Centrali Termiche.....	"	230
12.4. Scheda tecnica per autorimesse.....	"	232
12.5. Autofficine di riparazione autoveicoli.....	"	234
12.6. Scheda tecnica locali di verniciatura.....	"	235
12.7. Scheda tecnica falegnerie.....	"	237
<b>13. VERIFICHE E MANUTENZIONE.....</b>	"	239
13.1. Verifiche iniziali.....	"	239
13.2. Verifiche periodiche.....	"	241
<b>14. SCARICHE ATMOSFERICHE.....</b>	"	242
14.1. SPD.....	"	248
14.2. Tabelle precalcolate. Strutture autoprotette.....	"	250
14.3. Esempio di relazione tecnica della valutazione del rischio per protezione contro i fulmini.....	"	252
<b>15. LA SICUREZZA SUL LAVORO.....</b>	"	256
15.1. Decreto sicurezza.....	"	256
15.2. Disposizioni in materia di sicurezza nella progettazione degli impianti elettrici.....	"	257
15.3. Cantieri temporanei o mobili.....	"	260
15.4. Allegato XVII al D.Lgs. n. 81/2008 e seguente.....	"	267
15.5. Allegato XLIX al D.Lgs. n. 81/2008 e seguente.....	"	267
15.6. Denuncia delle installazioni e dei dispositivi contro le scariche atmosferiche e degli impianti di messa terra.....	"	269
<b>16. IL DECRETO MINISTERIALE 22 GENNAIO 2008, N. 37.....</b>	"	271
<b>17. PROGETTO E DOCUMENTAZIONE DI ESEMPIO.....</b>	"	277
17.1. Progetto preliminare.....	"	277
17.2. Progetto esecutivo.....	"	285
<b>18. ALLEGATI.....</b>	"	295
18.1. Norme vigenti.....	"	295

18.2. Elenco delle attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi.....	p. 303
18.3. Simboli elettrici.....	" 311
18.4. Selettività dei fusibili.....	" 314
18.5. Caratteristiche dei cavi.....	" 316
18.6. Relazione tecnica per gli impianti non soggetti a progettazione.....	" 336
18.7. Sigla di designazione secondo CEI 20-27.....	" 337
18.8. Sigla di designazione secondo CEI UNEL 35011.....	" 338
<b>19. LE UTILITÀ ALLEGATE AL VOLUME:</b>	
<b>IL SOFTWARE DESKTOP E LA WEBAPP.....</b>	<b>" 340</b>
19.1. Requisiti hardware e software.....	" 342
19.1.1. Utenti software Desktop.....	" 342
19.1.2. Applicazioni Smartphone Android.....	" 342
19.1.3. Utenti WebApp.....	" 342
19.2. Richiesta della password di attivazione del software.....	" 343
19.3. Installazione ed attivazione del software Desktop (utenti MS Windows).....	" 343
19.4. Utilizzo della WebApp.....	" 344

## PREFAZIONE

Il testo si prefigge l'obiettivo di fornire i concetti tecnici di base e gli strumenti pratici per l'esecuzione dei documenti formali di un progetto elettrico preliminare, definitivo ed esecutivo, nel rispetto normativo e per le varie tipologie di installazione in ambito civile, industriale e terziario.

Dopo un breve richiamo essenziale dei principi di base dell'elettrotecnica e dei calcoli fondamentali, si introdurrà la prima parte normativa che permetterà di definire i concetti di base su cui fondare le scelte tecniche future.

Pur facendo richiami ai principali calcoli elettrici o al funzionamento dei dispositivi essenziali, il testo si rivolge sia a tecnici che intendono inserirsi nel campo della progettazione elettrica, sia a progettisti con maggior esperienza.

Una parte del testo è dedicata ai principi fondamentali di sicurezza che dovranno essere usati per dimensionare l'impianto e dettare i criteri per la relativa installazione.

Il passo successivo chiarirà la sequenza della documentazione di progetto ed il contenuto specifico da redigere per le fasi principali.

Sarà a questo punto necessario approfondire ulteriori nozioni normative e le prescrizioni di sicurezza a cui l'impianto dovrà rispondere.

Dovranno qui essere considerati due aspetti fondamentali: la sicurezza che l'impianto dovrà garantire, e l'aspetto funzionale. Si ricorda che la funzionalità e la sicurezza sono parti coesistenti e fra loro collegate.

Si approfondiranno a questo punto i calcoli che porteranno al dimensionamento pratico degli elementi dell'impianto.

Solo a questo punto potranno essere affrontate le fasi che permetteranno di giungere alla redazione di tutti i documenti progettuali.

Si affronterà ogni aspetto in relazione al contesto dell'impianto, dell'ambiente o della destinazione d'uso, corredandolo di tabelle e prospetti precalcolati a cui il lettore potrà successivamente riferirsi per la redazione dei propri progetti reali.

Saranno compresi nel testo sufficienti esempi, per comprendere la preparazione dei documenti e le modalità per calcolarli. Si apprenderanno le nozioni sui quadri elettrici, sulle apparecchiature di protezione e sui sistemi di distribuzione.

Oltre ad approfondire gli aspetti di calcolo dell'impianto, sono presenti una serie di tabelle di dati ed informazioni di ricorrente consultazione e di calcolo rapido, inserite ad ausilio del tecnico, nei diversi capitoli che affronteranno lo specifico argomento.

Saranno inoltre incluse numerose schede tecniche dedicate ad una vasta tipologia di impianti, e le nozioni principali dei diversi sistemi applicativi e circuitali, come gli impianti di messa a terra di protezione, gli impianti di illuminazione generale e di illuminazione di emergenza, i sistemi di riserva ed UPS, le protezioni da sovratensione da fulmine, le centrali termiche, ed altre applicazioni pratiche.



Sono riportate in appendice ulteriori tabelle per un rapido dimensionamento, consultazione e riferimento alla normativa essenziale.

Il testo è accompagnato da un software contenente le schede progettuali editabili, semplici fogli di calcolo per il dimensionamento delle principali attività di progetto, funzionanti con il programma MS Excel. Sono anche inclusi schemi elettrici editabili in formato DWG di AutoCad, un esempio di capitolato ed un computo metrico estimativo, entrambi editabili e configurabili.

Saranno inoltre contenute le principali leggi citate nel testo.

### **Prefazione alla seconda edizione**

In questa seconda edizione il testo è stato aggiornato ed ampliato in alcune parti per fornire al lettore ulteriori informazioni che lo aiuteranno ad affrontare la definizione ed il dimensionamento degli impianti elettrici, inoltre sono state integrate le più recenti prescrizioni normative, così che il testo continui ad essere un adeguato strumento di lavoro.

È trattata in modo ampio la variante V3 della norma CEI 64-8 che estende aree normative destinate sia alle installazioni civili, sia ad alcuni specifici settori illustrati nella parte settima, in cui sono contenute le applicazioni particolari, come ad esempio gli ambienti zootecnici, gli impianti per fiere e stand, i componenti con elevate correnti di dispersione ed altri. Sono, inoltre, state introdotte le disposizioni riferite alla protezione dalle sovratensioni con la definizione delle modalità di inserimento degli scaricatori (SPD) e le varie tipologie di connessione.

È stato poi ampliato il capitolo sugli impianti fotovoltaici che ad oggi è diventato un settore importante nel campo della progettazione elettrica.

In fine, parte delle norme ritenute essenziali sul settore della sicurezza sono state rese conformi alle ultime disposizioni e decreti pertinenti.

### **Prefazione alla terza edizione**

Questa nuova edizione è stata organizzata per aggiornare il testo alle ultime norme e leggi pubblicate, pertinenti al settore della progettazione elettrica. Sono stati pertanto apportati numerosi aggiustamenti per continuare a tenere il testo sempre attuale.

Il testo è ora aggiornato alla quarta variante "64-8;V4" del 2017, della norma CEI 64-8 edizione 2012 "*Impianti elettrici utilizzatori*", apportando modifiche ed integrazioni.

Sono state inserite le nuove disposizioni per i cavi elettrici che dovranno essere conformi alle norme sui prodotti da costruzione (CPR), che richiede l'uso di cavi con specifiche caratteristiche di reazione al fuoco per essere posati in installazioni fisse e permanenti nelle opere da costruzione. Sono stati inseriti nuovi chiarimenti in vari capitoli ed aggiunte nuove schede dedicate a specifiche applicazioni.

## ELEMENTI PRATICI DI ELETTROTECNICA

In questo capitolo faremo una breve e semplice introduzione agli elementi dell'elettrotecnica senza addentrarci nella complessità di calcolo approfondito della materia. Ci indirizzeremo solo agli elementi di base, alla nomenclatura essenziale e alle formule indispensabili e pratiche che dovremo usare nel dimensionamento dei componenti che costituiranno l'impianto.

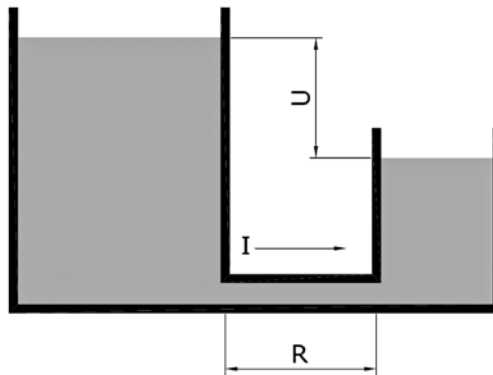
Questo ci permetterà inoltre di poter comprendere in modo soddisfacente alcune prescrizioni normative, la corretta applicazione degli apparecchi elettrici e degli elementi circuitali utilizzati sia ai fini funzionali sia ai fini della sicurezza.

### 1.1. Elementi essenziali

Iniziamo definendo il significato di **Tensione elettrica**.

La tensione è la differenza di potenziale elettrico fra due poli che genera un flusso di corrente elettrica, fra i poli stessi, se questi ultimi sono fra loro collegati attraverso un utilizzatore. Facciamo un classico paragone con un sistema idraulico.

Immaginiamo due serbatoi di acqua collegati fra loro da un tubo, come illustrato nella figura seguente.



**Figura 1.1.** Analogia idraulica dei sistemi elettrici

La tensione elettrica  $U$  (differenza di potenziale elettrico o forza elettromotrice) possiamo, per analogia, paragonarla alla differenza di livello dell'acqua dei serbatoi, l'unità di misura è il Volt (abbreviato  $V$ ). Ad esempio tensione a 230 Volt, come il valore di quella generalmente utilizzata nelle abitazioni.

Per il principio dei vasi comunicanti, fra i serbatoi dell'acqua si cercherà di ristabilire lo stesso livello facendo passare una parte dell'acqua dal serbatoio con livello più alto a quello più basso, attraverso il tubo di collegamento.

La **Corrente elettrica** è paragonabile all'acqua che scorre nel tubo.

La corrente si misura in Ampere (A).

L'intensità di corrente si indica con la lettera *i* maiuscola (I).

Pertanto diciamo che l'intensità di corrente *I*, che percorre un conduttore, è un determinato valore misurato in A (es. 10 A).

Il flusso di corrente (acqua) che percorre un conduttore elettrico (il tubo nel nostro esempio) nell'unità di tempo, sempre facendo riferimento alla figura precedente, dipende da un fattore specifico, oltre che dalla differenza di potenziale. Questo fattore è definito **Resistenza**, che nel caso del tubo dipende dalla sezione del tubo stesso e dal coefficiente di attrito causato dalle pareti della tubazione all'acqua, dalla lunghezza del tubo, ecc.. I conduttori e gli utilizzatori elettrici sono anch'essi elementi caratterizzati da una resistenza elettrica, che "impediranno", parzialmente, al flusso di corrente di attraversarli.

Se definiamo quanto detto in modo più tecnico, possiamo dire che la corrente elettrica è un moto ordinato di cariche elettriche, che attraversa una determinata superficie nell'unità di tempo.

Nel sistema di misura Internazionale SI, l'unità di misura della carica elettrica *Q*, è il coulomb (C). L'intensità di corrente elettrica *I*, è quindi definita come la quantità di elettricità che attraversa la sezione di controllo del flusso (ad esempio la sezione di un conduttore) nell'unità di tempo:  $I = Q/t$ . Va ricordato che la corrente elettrica è una grandezza fondamentale del Sistema Internazionale di misura.

Si definisce potenziale elettrico Joule (J), l'energia posseduta da una carica *Q* posizionata in un punto. Di conseguenza la misura del potenziale Volt (V) è definito dalla formula:  $V = J/C$ .

Questi tre elementi: tensione, corrente e resistenza, sono legati fra loro da una relazione matematica fondamentale e ricorrente (anche in forme più specifiche, come vedremo in seguito) chiamata Legge di Ohm.

### ***Corrente continua***

Ci riferiamo per ora ad un sistema definito: **corrente continua** (c.c.).

Questo sistema ha un polo positivo ed un polo negativo che rimangono costanti nel tempo.

La legge di Ohm dice che: «*La tensione applicata ad un bipolo (utilizzatore) è data dal prodotto della corrente elettrica che attraversa il bipolo e la resistenza del bipolo stesso*».

$$U = I \times R$$

Di conseguenza, essendo generalmente la tensione elettrica il fattore costante, possiamo determinare gli altri due fattori variabili.

$$I = U / R \quad \text{e} \quad R = U / I$$

In riferimento all'esempio di figura I supponiamo che:

- la Tensione *U* sia pari a 230 V;
- la resistenza introdotta dal tubo sia di 10 Ohm ( $\Omega$ ).

## INTRODUZIONE AL PROGETTO

### 2.1. Che cos'è un progetto elettrico

Analizziamo cosa intendiamo per progetto elettrico secondo la vigente legislazione. Il progetto è uno studio di vari fattori tecnici che producono, attraverso l'elaborazione suddivisa in passi graduali, le informazioni complessive che permettono poi la realizzazione dell'impianto a regola d'arte.

Approfondiamo meglio quanto abbiamo detto. Definiamo quindi cosa intendiamo per:

- 1) **impianto elettrico**;
- 2) **regola d'arte**;
- 3) studio dei **fattori tecnici**.

L'**impianto elettrico** è l'insieme dei vari componenti che sono elettricamente connessi fra loro, allo scopo di soddisfare specifiche funzioni. L'impianto è generalmente connesso alla rete pubblica di alimentazione. Può essere alimentato attraverso il contatore posto dall'Azienda Erogatrice in bassa tensione, oppure in media tensione attraverso una apposita cabina di trasformazione, realizzata a cura dell'utente, atta a convertire in bassa tensione l'energia fornita. In entrambi i casi l'impianto ha origine dal punto di consegna da parte del Fornitore. In alternativa l'impianto può avere produzione di energia autonoma o mista.

L'impianto sarà costituito dai quadri elettrici in cui saranno alloggiati i dispositivi di protezione e controllo dell'impianto, in genere formati da più armadi derivati da quello principale installato a valle del punto di consegna, e dislocati nelle varie zone della struttura. È compresa nell'impianto tutta la rete di distribuzione dell'energia, dai quadri agli utilizzatori. Tale distribuzione avrà diverse tipologie costruttive che dipenderanno da scelte pratiche o necessità specifiche dell'immobile o dell'attività.

Possiamo ad esempio realizzare la distribuzione attraverso tubazioni posate ad incasso nelle murature, che conterranno i conduttori, oppure realizzarla attraverso la posa di canali o passerelle, di vario genere e caratteristiche, in cui saranno alloggiati i cavi. Fanno inoltre parte dell'impianto tutti gli apparecchi elettrici ad esso collegati in modo fisso, come ad esempio le lampade e le prese elettriche. Non si considerano invece facenti parte dell'impianto gli apparecchi utilizzatori connessi alle prese a spina, salvo che non si tratti di apparecchi fissi alimentati da presa elettrica con utilizzo esclusivo. Sono anche compresi gli impianti di protezione come ad esempio l'impianto di messa a terra, che costituisce uno dei principali mezzi a salvaguardia delle persone.

Il concetto di **regola d'arte** è stato introdotto dalla legge 1 marzo 1968, n. 186 "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*". Questa legge impone che i materiali e gli impianti siano realizzati a regola d'arte, e che si considerano tali se realizzati secondo il rispetto dei criteri dettati dalle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e UNI (Ente Nazionale di Unificazione). È da questo momento che le norme CEI e UNI assumono valore di legge. Va notato un aspetto fondamentale; la legge 186 non impone l'uso delle norme, ma impone solo che gli impianti ed i materiali

utilizzati siano realizzati a regola d'arte, fornendo un modo per ottenerlo: l'adozione della normativa UNI e CEI, (nel settore elettrico sono utilizzate prevalentemente le norme CEI). Quindi un impianto potrebbe essere realizzato con sistemi alternativi alle norme usuali; andrebbe però a quel punto dimostrato che il sistema adottato è almeno equivalente, in termini di sicurezza e funzionalità alle norme CEI.

Il Testo Unico sulla sicurezza, decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "*Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*" riprende nuovamente questo concetto, ribadendo la veste giuridica del CEI, e dell'UNI, ampliando l'elenco degli organismi nazionali ed internazionali considerati come norma di buona tecnica inserendo gli Enti:

- CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione);
- CENELEC (Comitato Europeo per la standardizzazione Elettrotecnica);
- IEC (Commissione Internazionale Elettrotecnica);
- ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione).

Precisa altresì che la scelta della norma deve essere indirizzata a quella che tratta i rischi individuati nello specifico contesto impiantistico, e l'adozione di soluzioni emesse da organismi diversi da quelli elencati deve comunque essere congruo a tali rischi. Possiamo aggiungere che le specifiche tecniche trattate dagli organismi già citati, sono ampiamente soddisfacenti alla risoluzione alla maggior parte dei rischi connessi all'impiantistica elettrica, salvo pochissimi e marginali casi, quindi non è particolarmente "utile" ricorrere a soluzioni diverse.

Va anche tenuto conto che le norme stanno continuamente subendo un processo di armonizzazione a livello europeo, migliorando il grado di completezza e standard tecnico delle norme nazionali.

La norma CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori, norma di base per l'esecuzione degli impianti elettrici, ha raggiunto nel 2012 la sua settima edizione, con successive quattro varianti, due delle quali pubblicate nel 2017. Nel 2013 è stata pubblicata la nuova norma CEI 81-10 sulla valutazione del rischio e la protezione dalle scariche atmosferiche, innovando alcuni criteri di calcolo e introducendo un sistema dinamico per la determinazione del numero di fulmini a terra per unità di superficie che, come vedremo, è un punto fondamentale nel calcolo del rischio.

Nel 2008 è stato pubblicato anche il D.M. n. 37/2008 che ha rivisto le regole di sicurezza degli impianti, modificando la precedente Legge n. 46/1990; e con l'entrata in vigore del già menzionato Decreto Sicurezza, il campo impiantistico ha raggiunto un valore tecnico estremamente rinnovato. Se si considera inoltre che il Decreto Sicurezza ha abrogato i precedenti dispositivi sulla sicurezza, come il D.P.R. n. 547/1955 ed il D.Lgs. n. 626/1994, che si rivelavano negli ultimi anni piuttosto vetusti e non più allineati all'evoluzione della tecnica, ci si rende conto che il campo attuale ha subito modifiche sostanziali.

Possiamo quindi dire che le innovazioni recenti hanno modificato in modo marcato l'assetto delle applicazioni nel campo degli impianti elettrici, richiedendo una effettiva evoluzione anche nel settore della progettazione e nella realizzazione delle opere di installazione.

Vediamo ora di comprendere quali sono i **fattori tecnici** che dovranno essere considerati nella realizzazione dell'impianto.

Il primo è sicuramente l'aspetto funzionale. L'impianto dovrà assolvere le finalità per le quali verrà realizzato. Un impianto luci dovrà per esempio poter essere acceso da punti specifici, dovrà soddisfare il livello di illuminazione dell'ambiente con la sufficiente intensità luminosa richiesta

## I COMPONENTI DELL'IMPIANTO

L'articolo 462 della norma CEI 64-8 prescrive che ogni circuito debba poter essere sezionato dall'alimentazione intervenendo su tutti i conduttori attivi, inoltre ogni circuito deve essere protetto dai vari effetti e circostanze di funzionamento anomalo, di guasto, o di pericolo che si potrebbero verificare nell'esercizio dell'impianto.

A tal fine sono utilizzati componenti elettrici specifici che facciano fronte a tutti i possibili fenomeni. Questi dispositivi possono essere idonei a svolgere una singola funzione di protezione o più funzioni combinate integrate in un unico componente.

Vediamo quali sono i principali componenti e quali prestazioni devono garantire.

### 3.1. Interruttori e protezioni

#### 3.1.1. Interruttori di manovra e sezionatori

##### *Sezionatore*

Il sezionatore è un dispositivo ad azionamento manuale o a mezzo di specifici accessori a comando elettrico ad esso abbinati. Il sezionatore deve interrompere in modo efficace tutti i conduttori attivi, garantendo che la distanza di sezionamento dei contatti sia tale da assicurare che in nessuna circostanza si possa creare una continuità elettrica. Questa caratteristica assicura al personale che interviene per manutenzione sull'impianto elettrico di operare in sicurezza.

Il sezionatore può essere installato in diversi punti dell'impianto, così da interrompere un singolo circuito o più circuiti contemporaneamente. Questa scelta dipenderà dalle funzioni specifiche dell'impianto.

La posizione di apertura deve essere visibile o segnalata in modo chiaro solo al raggiungimento della effettiva apertura stabile di tutti i poli. In genere i dispositivi di sezionamento sono utilizzati per l'apertura dei circuiti per opere di manutenzione, verifica o riparazione, ed in alcune occasioni potrebbe essere necessario dotare il dispositivo di blocchi con chiave, per evitare che il circuito possa essere rimesso in tensione per errore. Non è una caratteristica propria del sezionatore l'interruzione della corrente di funzionamento del circuito, in genere l'azionamento è previsto con carico nullo.

In genere il sezionatore è poco usato nei circuiti a bassa tensione, in quanto è generalmente utilizzato un dispositivo che adempie a più funzioni oltre al sezionamento.

##### *Interruttore di manovra-sezionatore*

Una caratteristica richiesta all'interruttore di manovra è la capacità di sopportare e di interrompere la corrente nominale del circuito in cui è installato.

In genere l'interruttore di manovra svolge anche la funzione di sezionatore.

Anche in questo caso l'attivazione può essere manuale o con l'ausilio di accessori meccanici, comandati a loro volta elettricamente. L'interruttore di manovra non è però in grado di interrompere sovracorrenti anomale del circuito.

La scelta del dispositivo dovrà tener conto della tensione e corrente nominale a cui il circuito è sottoposto.

### 3.2. Interruttore automatico magnetotermico

L'interruttore magnetotermico è costituito da due componenti sensibili accoppiati. Uno è il dispositivo magnetico, l'altro è quello termico.

I componenti sensibili, al verificarsi di una condizione anomala, (sovracorrenti) causano l'apertura dell'interruttore in modo automatico, senza quindi l'intervento dell'operatore. L'apertura dei contatti avviene su tutti i poli. In genere l'interruttore automatico assicura anche la funzione di sezionatore.

Come approfondiremo, l'intervento termico dell'interruttore è causato dal surriscaldamento di un componente interno a causa del passaggio di una corrente superiore a quella convenzionale a cui è tarato l'interruttore (sovraccarico). Il tempo di intervento di apertura del circuito è proporzionale all'intensità del sovraccarico di corrente elettrica. L'intervento che determina l'apertura a cura della componente sensibile magnetica è invece causato da un innalzamento particolarmente elevato della corrente, che si manifesta a causa di un cortocircuito. In questo caso il tempo di intervento è estremamente più rapido.

Gli interruttori automatici si differenziano in due categorie, quelli ad uso industriale e quelli ad uso domestico e similare. Questi ultimi sono utilizzabili però anche in ambito industriale, principalmente per i circuiti terminali. Il funzionamento, almeno dal punto di vista pratico, si equivale, garantendo lo stesso risultato. Ciò che ci si aspetta dall'interruttore automatico è l'apertura del circuito prima che si manifestino danni ai circuiti stessi ed ai componenti di cui è costituito. Quindi questo dispositivo assolve una funzione di sicurezza.

Esistono interruttori magnetotermici con soglie di intervento fisse, ed interruttori che invece permettono la taratura delle soglie di intervento, entro un campo prestabilito, riferita ad una o ad entrambe le funzioni. La taratura può agire sia sui valori dell'intensità di corrente che determinerà il funzionamento del dispositivo, sia sul tempo di intervento in cui l'interruttore aprirà il circuito.

#### *Interruttori ad uso domestico o similare*

Gli interruttori ad uso domestico o similari devono rispettare le prescrizioni della norma CEI 23-3. In tal caso sono idonei anche alla funzione di sezionamento.

Sono caratterizzati dai seguenti parametri elettrici:

- tensione convenzionale di esercizio, che dovrà essere idonea alla tensione del circuito in cui l'interruttore è inserito (230 V per i circuiti monofase e 400 V per i circuiti trifase);
- corrente nominale, che è la corrente massima che il dispositivo può portare in regime continuo nel tempo senza che intervengano le componenti sensibili al guasto. In commercio le principali taglie di corrente degli interruttori sono convenzionalmente le seguenti:

## CAVI E CONDUTTURE

### 4.1. Cavi

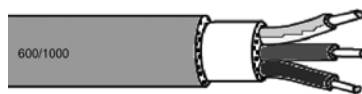
I cavi per il trasporto di energia elettrica sono costituiti da più elementi.

Il cavo **unipolare** è composto da:

- **conduttore**: parte metallica, generalmente in rame (o alluminio), destinata alla conduzione della corrente;
- **isolante**: parte in materiale isolante che provvede ad isolare la parte metallica conduttrice. Questo è costituito da materiale ad alta rigidità dielettrica, cioè con conducibilità elettrica molto bassa, e con buone caratteristiche meccaniche di robustezza. Lo spessore dell'isolante dipende dalla capacità di isolamento idoneo alla tensione di esercizio, e dalla sezione del conduttore metallico.

I cavi **multipolari** sono formati da più anime (conduttore più isolante) racchiusi in una guaina. A cui si aggiungono:

- **riempitivo**: parte di riempimento degli interstizi fra le anime;
- **rivestimento protettivo**: materiale di protezione delle anime, avvolto attorno al riempitivo;
- **guaina**: rivestimento protettivo del cavo. La funzione della guaina è quella di proteggere meccanicamente il cavo nel suo complesso.



**Figura 4.1.** Esempio di cavo multipolare

I cavi unipolari possono essere con o senza guaina.

In alcuni tipi di cavi fra il riempitivo e la guaina è inserito uno schermo metallico, proprio con funzione di schermatura dai campi elettrici. In talune circostanze lo schermo è sostituito da una armatura, generalmente metallica, con il solo compito di protezione meccanica e non di schermatura, o entrambe. Il conduttore può essere realizzato con filo o corda rigida o flessibile. Il conduttore flessibile è costituito da più fili sottili avvolti a spirale tra loro. Il conduttore flessibile è la tipologia più utilizzata.

I materiali principalmente utilizzati per l'isolante e la guaina sono:

- **plastomeri**: principalmente PVC. I plastomeri hanno un comportamento termoplastico, si irrigidiscono alle basse temperature e si ammorbidiscono alle temperature più elevate;
- **elastomeri**: principalmente gomme o EPR. Gli elastomeri mantengono una elasticità più costante, maggiormente indipendente dalla temperatura.



La flessibilità di un conduttore nel suo complesso dipende dalla costituzione fisica dei materiali impiegati e dal tipo di isolanti, guaina e schermi che vengono utilizzati.

Una caratteristica importante dei cavi è la loro reazione al fuoco.

A questo proposito i cavi sono classificati dalle norme nel seguente modo:

- CEI 20-35 – *Cavi non propaganti la fiamma*. In questo caso il cavo sottoposto alla fiamma brucia, ma la fiamma non si propaga oltre un certo limite.
- CEI 20-22 – *Cavi non propaganti l'incendio*. In questo caso la prova è effettuata su di un fascio di cavi e l'incendio non si deve propagare per oltre 2.5 m. La prova di non propagazione dell'incendio è decisamente più ardua rispetto alla non propagazione della fiamma.
- CEI 20-38 – *Cavi a ridotta emissione di gas tossici e corrosivi*. Questa norma classifica i cavi che sottoposti ad incendio non sviluppano gas corrosivi o tossici per le persone. In genere l'uso di questi cavi è previsto per ambienti particolari, o quando la quantità di cavi presenti sia rilevante, ad esempio nei locali di pubblico spettacolo ed intrattenimento.

## 4.2. Designazione e caratteristiche dei cavi

I cavi sono contraddistinti da una serie di dati tecnici che ne permettono la selezione, l'indicazione d'uso e l'identificazione delle caratteristiche specifiche.

### *Tensione nominale*

È la tensione nominale di isolamento che indica il valore di tensione per il quale l'isolante del cavo risulta idoneo a resistere con le proprie caratteristiche isolanti.

Viene definito da due parametri:

- $U_0$ , è il valore della tensione di isolamento fra il conduttore e la terra;
- $U$ , è il valore della tensione di isolamento fra i conduttori attivi dei cavi multipolari o di un sistema di cavi unipolari fra loro.

**Tabella 4.1.** Tensioni nominali di isolamento dei cavi

Tensione nominale	Simbolo
300/300 V	03
300/500 V	05
450/750 V	07
0,6/1 kV	1

### *Sezione dei cavi*

**Tabella 4.2.** Sezioni unificate dei cavi unipolari e multipolari

Le sezioni standardizzate dei cavi in mm <sup>2</sup> sono:														
1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240

Queste sezioni valgono per il singolo conduttore o per le singole anime dei cavi multipolari.

## PRESE A SPINA

Le prese a spina si distinguono in due diverse tipologie:

- una destinata ad usi domestici e similari;
- l'altra per usi industriali (Norma CEI EN 60309-1 e CEI EN 60309-2).

In relazione all'uso possono, inoltre, essere suddivise in:

- **presa e spina fissa**: dispositivo che permette il collegamento, per un numero qualsiasi di volte, tra un cavo flessibile ed un impianto fisso; comprende la presa fissa e la spina;
- **presa e spina mobile**: dispositivo che permette il collegamento, per un numero qualsiasi di volte, tra due cavi flessibili; comprende la presa mobile e la spina;
- **presa fissa**: è la parte destinata ad essere collegata con l'impianto fisso;
- **presa mobile**: è la parte indissolubilmente collegata, o destinata ad essere collegata, al cavo flessibile di alimentazione;
- **spina**: è la parte indissolubilmente collegata, o destinata ad essere collegata, a un cavo flessibile a sua volta collegato ad un apparecchio utilizzatore o ad una presa mobile;
- **spina fissa**: è la parte incorporata o fissata all'apparecchio utilizzatore, o destinata ad essere ad esso fissata;
- **cordone prolungatore**: cavo flessibile terminante da un lato con una presa mobile e dall'altro con una spina.

Le prese per usi domestici e similari possono essere utilizzate in tutti gli ambienti ordinari interni, e devono essere dimensionate in modo tale da impedire che si verifichino situazioni di pericolo.

Gli alveoli delle prese devono essere protetti da un diaframma che si apre inserendo la spina, questo evita l'accesso accidentale di corpi estranei.

Le prese industriali sono previste per apparecchi con tensione nominale d'impiego non superiore a 690 V, 500 Hz e corrente nominale non superiore a 125 A, destinate principalmente ad usi industriali, nei cantieri per costruzioni, nel terziario, ed impieghi similari.

Fra le modalità costruttive, le norme prevedono anche che non si possano verificare accoppiamenti erronei o intenzionali di spine e prese non compatibili fra loro per tensione, corrente, frequenza, polarità e tipologia di impiego, che possono causare danni o pericoli a persone o alle apparecchiature elettriche collegate.

Le norme prevedono l'impiego di spine e prese industriali sia in corrente alternata (con frequenza fino a 500 Hz) che in corrente continua, distinguendole in due categorie in base alla tensione d'impiego:

- spine e prese per **bassissima tensione** per valori di tensione d'impiego fino a 50 V;
- spine e prese per **bassa tensione** per valori di tensione d'impiego oltre 50 V fino a 690 V.

Esistono esecuzioni a 2-3-4-5 poli, e portate nominali di 16-32-63-125 Ampere, fra loro non intercambiabili.

***Prese per bassa tensione > 50 V***

Nelle versioni per bassa tensione > 50 V l'impedimento di sicurezza viene realizzato mediante due elementi:

- una scanalatura di guida (sulla presa) cui fa riscontro un corrispettivo nasello (sulla spina);
- un contatto di terra maggiorato rispetto agli altri contatti, che si colloca in diverse posizioni orarie a seconda delle caratteristiche d'impiego.

La posizione oraria (h) del contatto di terra si verifica con la presa vista di fronte osservando la posizione del contatto di terra rispetto al punto di riferimento principale (scanalatura di guida) posizionato sempre sulle ore 6.

Le prese di tipo monofase sono distinguibili dal colore blu, mentre quelle trifase, sono di colore rosso.

***Prese per bassissima tensione < 50 V***

Nelle versioni per Bassissima tensione < 50 V prive di contatto di terra, l'impedimento di sicurezza viene invece realizzato da un doppio riferimento:

- un riferimento principale costituito da una scanalatura di guida (sulla spina) su cui fa riscontro un corrispettivo nasello (sulla presa) sempre fisso sull'ora 6;
- un riferimento ausiliario costituito pure da una scanalatura (spina) più nasello (presa) che si posiziona nelle diverse ore, a seconda delle caratteristiche d'impiego.

La posizione oraria (h) del punto di riferimento ausiliario si verifica con la presa vista di fronte osservando la posizione del punto di riferimento ausiliario rispetto al principale posizionato sempre sulle ore 6.

Le prese da 63 A e 125 A devono essere provviste di un contatto pilota per l'eventuale azionamento di un blocco elettrico.

Le norme prevedono una classificazione basata sul grado di protezione contro la penetrazione dei corpi solidi e liquidi:

- **IP44** – *Spine e prese protette contro gli spruzzi d'acqua, le prese sono provviste di coperchio a molla;*
- **IP67** – *Spine e prese stagne all'immersione, dotate di ghiera con chiusura a baionetta.*

Il grado di protezione viene verificato:

- per le prese quando i coperchi sono chiusi o con spina completamente inserita;
- per le spine quando sono completamente inserite nelle prese.

## GLI ASPETTI FONDAMENTALI DELLA SICUREZZA

Prima di addentrarci nelle modalità effettive di progettazione, è bene comprendere i principi di base che permettono di definire le misure di protezione e sicurezza che l'impianto dovrà avere quando entrerà in esercizio.

Come abbiamo detto, la sicurezza è una caratteristica fondamentale che l'impianto elettrico deve possedere, sia nel suo funzionamento ordinario – intesa come condizione per cui è stato dimensionato – sia nel momento in cui sia sottoposto a situazioni anomale di funzionamento. Con questo non intendiamo dire che l'impianto dovrà comunque funzionare anche se le condizioni differiscono da quelle per cui è stato progettato e messo in opera ma piuttosto che, per qualsiasi situazione critica che si possa verificare, l'impianto non subirà danni ai propri componenti, e non provocherà situazioni pericolose per l'utente.

Per ottenere questo fine dobbiamo dotare l'impianto elettrico di sufficienti dispositivi e impianti, che intervengano per qualsiasi tipo di guasto o errore d'uso dell'operatore. Questo, oltre che garantire la sicurezza, ovviamente garantirà anche un tempo di vita congruo dell'impianto, proteggendone le parti fondamentali che lo costituiscono. Diversamente si causerebbero, oltre al pericolo, guasti e malfunzionamenti frequenti.

L'uso di questi sistemi di protezione è obbligatorio, ed è disciplinato dalle norme e leggi del settore elettrico.

Vediamo quali sono le prescrizioni fondamentali e in quali norme sono contenute. Per farci un'idea di quante e quali norme disciplinano il settore degli impianti elettrici, in appendice è riportato un elenco esaustivo dal quale si può vedere che alcune norme abbracciano e disciplinano moltissimi aspetti, mentre alcune sono particolarmente settoriali e per campi specifici.

Le principali norme su cui ci baseremo ora sono elencate nel capitolo successivo.

### 6.1. Le norme del settore elettrico

Come abbiamo detto la regola dell'arte è ottenibile con l'applicazione corretta delle norme CEI. Le seguenti sono alcune fra le più ricorrenti:

- CEI 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 11-1 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- EI 11-1; V1/Ec – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo.
- EI 17-113 – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione).

- CEI-UNEL 35024/1 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI-UNEL 35024/2 – Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI-UNEL 35026 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI-UNEL 35753 – Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni – Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V.
- CEI 23-51 – Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- CEI 31-87 – Atmosfere esplosive. Parte 10-1: Classificazione dei luoghi – Atmosfere esplosive per la presenza di gas.
- CEI 31-33 – Atmosfere esplosive. Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici.
- CEI 31-35 – Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87).
- CEI 31-88 – Atmosfere esplosive. Parte 10-2: Classificazione dei luoghi – Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili.
- CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (V1-V2-V3-V4).
  - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali
  - Parte 2: Definizioni
  - Parte 3: Caratteristiche generali
  - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza
  - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
  - Parte 6: Verifiche
  - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
  - Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici
- CEI 81-10 – Protezione contro i fulmini. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali.
  - Parte 1: Principi generali
  - Parte 2: Valutazione del rischio
  - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
  - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dalla lettura dei titoli, possiamo farci una idea degli argomenti trattati. La norma CEI 0-2 è la norma che stiamo trattando per la definizione dei documenti progettuali.

## LA DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Vediamo ora come iniziare la preparazione dei documenti di progetto. Per ognuno di essi dovremo esaminare le scelte ed il contenuto tecnico, secondo i parametri ritenuti idonei dalle norme. Dovremo quindi analizzare e giustificare le scelte adottate, le quali saranno riportate sulla documentazione da consegnare al committente.

Il documento che lega tra loro tutti i documenti è la relazione tecnica, mentre i disegni daranno corpo ed illustreranno graficamente le installazioni previste.

Come abbiamo visto dalla tabella della norma CEI 0-2, gli elaborati sono elencati e distinti in varie tipologie di informazioni. La norma stessa indica la possibilità di integrare o scindere più contenuti fra loro.

Il procedere su più livelli di progetto, consente di dare tutte le informazioni tecniche che permettano di interagire con i Professionisti delle altre attività, come quelle strutturali, architettoniche e di altri impianti tecnologici, così da permettere una scelta ponderata per ogni parte coinvolta. Come noi ci aspettiamo dall'impiantista termotecnico le informazioni sulla potenza elettrica dei condizionatori d'aria, che dovremo alimentare elettricamente, così il progettista architettonico potrebbe aver bisogno da noi l'ingombro dei quadri elettrici per il dimensionamento del locale tecnico.

La suddivisione dei tre livelli di progetto, nelle opere tra privati sarà, almeno in parte, soggetta a valutazione del progettista, il quale terrà conto sia delle esigenze specifiche dell'opera in progetto, sia delle richieste della committenza, sia di eventuali vincoli di tempo per l'ultimazione dei lavori. Va tenuto conto, invece, che le attività eseguite per gli appalti pubblici seguono iter sicuramente meno flessibili e a volte più attenti nelle operazioni burocratiche, rispetto alle esigenze del committente privato, dove il tempo di esecuzione e completamento delle opere è l'elemento fondamentale.

Spesso, però, anche per gli Enti Pubblici la documentazione preliminare di progetto è svolta precedentemente rispetto all'affidamento dell'incarico di progettazione, al fine di utilizzarla per gli studi di fattibilità e valutazione dei costi preventivi, quindi nell'affidamento dell'incarico ci sarà messo a disposizione lo studio fatto.

Cercheremo di svolgere le operazioni secondo le prescrizioni che la norma ci suggerisce, integrando e modificando le procedure, facendo affidamento all'esperienza e alla conoscenza acquisita nella nostra attività.

Sebbene si dia molto più rilievo agli elaborati grafici, perché spesso trasmettono in modo più rapido le informazioni esecutive dell'impianto, la relazione è il documento che illustra e lega gli elaborati grafici e le motivazioni delle scelte effettuate ed individua gli aspetti tecnici essenziali.

Pertanto, una buona elaborazione di questo documento eviterà errori e chiarirà in anticipo le caratteristiche dell'impianto, a cui prestare attenzione, nella realizzazione dei restanti documenti.

### 7.1. I dati di progetto

Qualsiasi siano le caratteristiche del progetto da predisporre, le prime informazioni che dobbiamo reperire le possiamo definire **Dati di progetto**.

In alcuni casi o per talune tipologie di impianto alcuni dati saranno scontati, ma in ogni caso essenziali, mentre alcune informazioni saranno basilari e tali che nel caso di variazioni potrebbero compromettere la corretta esecuzione dell'impianto. Pensiamo ad esempio alla potenza elettrica dei macchinari, o alla classificazione dei luoghi. Se individuati in modo errato porteranno ad un progetto non corrispondente alle effettive necessità o aspettative, ed in alcuni casi non idoneo ad entrare in esercizio.

Alcuni dati sono ovviamente a carico della committenza, altri saranno determinati da noi in relazione alle conoscenze elettriche e normative.

Spesso bisogna ricorrere alla propria esperienza perché non sempre chi ci commissiona il lavoro è in grado di valutare l'importanza del dato che ci fornisce, o come il variare di quel dato possa influenzare le caratteristiche del progetto. È opportuno nei casi dubbi chiarire con il committente le differenze che porterebbero all'invalidazione dell'impianto. Facciamo un esempio. Ipotizziamo un piccolo ambiente di pubblico spettacolo ed intrattenimento. Se l'ambiente fosse capace di contenere 100 persone, il luogo è sottoposto a prevenzione incendi e rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi. Se invece fossero 99 le persone ammesse, l'ambiente non sarebbe sottoposto a Prevenzione incendi. La differenza fra i due ambienti può modificare alcune scelte nella tipologia di impianto elettrico.

La Norma CEI 0-2 divide i dati di progetto in quattro categorie principali, che naturalmente dovranno essere esplicitate nelle relazioni tecniche:

- dati di carattere generale;
- dati relativi all'opera;
- dati relativi alle influenze esterne;
- dati relativi all'impianto elettrico.

Vediamoli in dettaglio dal punto di vista della Norma, e con una sequenza idonea, che ci permetta l'elaborazione consecutiva.

#### *Dati di carattere generale e relativi all'opera (a cura della committenza)*

Le prime informazioni, anche un po' scontate sono:

- Ragione sociale del committente dell'opera;
- Ragione sociale del cliente o utilizzatore finale dell'impianto, che non sempre coincide con il committente;
- Ubicazione dell'immobile o della installazione;
- Tipo di intervento richiesto. L'intervento potrebbe essere relativo ad un nuovo immobile, al rifacimento integrale o parziale, alla messa a norma o adeguamento per la modifica dell'attività, o ad un ampliamento dell'impianto o della potenza elettrica;
- Tipologia dell'immobile, dimensioni, ed eventuali suddivisioni interne per differenti caratteristiche;
- Destinazione d'uso dell'immobile o dell'impianto. Questa potrebbe anche essere differente per porzioni di immobile o singole opere. Per attività complesse, tenendo conto che siamo preposti noi, come progettisti elettrici, a svolgere il compito di applicare correttamente la norma idonea alle effettive condizioni ambientali, è bene riuscire ad appron-

## SCelta ED INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI

### 8.1. Prescrizioni generali

La scelta dei componenti elettrici e della loro posa in opera deve essere determinata in base all'uso tecnico che svolgerà nell'impianto, però è essenziale che siano soddisfatte alcune regole fondamentali:

- il componente dovrà essere conforme alle prescrizioni e alle norme di sicurezza che lo riguardano;
- il componente dovrà essere adatto alla tensione e corrente nominale del circuito su cui sarà installato;
- i componenti dovranno essere fra loro compatibili e non dovranno causare effetti dannosi per influenza reciproca o con altre parti dell'impianto o di altri impianti non elettrici;
- dovranno inoltre essere scelti secondo la loro capacità di tenuta all'impulso, e con bassa emissione elettromagnetica;
- tutti i componenti elettrici dovranno essere disposti nell'impianto in modo che la manovra, l'ispezione e la manutenzione possano essere eseguite con facilità;
- i componenti dell'impianto devono poter essere identificati in relazione alla funzione svolta, attraverso l'uso di targhette o altri mezzi appropriati (es. serigrafia dello schema elettrico), salvo che la possibilità di confusione sia inesistente;
- le condutture devono poter essere identificate almeno ai due capi di esse. Dovranno essere rispettati i colori identificativi dei conduttori di neutro (blu) e del conduttore di protezione (giallo/verde). Questa prescrizione è ritenuta importante ai fini della sicurezza.

### 8.2. Condotture

La posa delle condutture è regolata dalla norma CEI 64-8, che prevede la tipologia di posa per i diversi tipi di conduttori e cavi, in relazione all'ubicazione della conduttura.

Il tipo di conduttura ed il relativo tipo di posa scelti dovranno essere idonei al campo di temperatura ammessa per lo specifico tipo di cavo, nel normale funzionamento dell'impianto.

La posa e la manipolazione del cavo in fase di posa, inoltre, devono essere eseguiti alle temperature ammesse dalla norma o dal costruttore, al fine di mantenere la corretta integrità dell'isolante:

- per i cavi in PVC 450/750 V  $> 5$  °C;
- per i cavi in PVC 06/1 kW  $> 0$  °C.

Questa temperatura si riferisce a quella dei cavi e non dell'ambiente, salvo che questa sia inferiore a -10 °C. In tal caso la posa dei cavi per installazione fissa non può aver luogo.

Inoltre le condutture dovranno essere protette da effetti di calore provenienti da sorgenti esterne, o con l'uso di schermi, o distanziandole, o ancora con altri provvedimenti locali. Sorgen-



ti di calore esterne possono essere: tubazioni di acqua calda per uso igienico-sanitario o riscaldamento, apparecchi di illuminazione, azione diretta del sole, o processi industriali dell'attività a cui l'impianto è destinato.

Le condutture devono essere protette contro l'ingresso dell'acqua utilizzando l'adeguato grado di protezione IP necessario per il luogo di installazione. Le guaine dei cavi si considerano a prova di penetrazione d'acqua, se però sommerse o soggette a frequenti getti d'acqua devono essere prese precauzioni di protezione. I cavi senza guaina non sono considerati idonei a rimanere a contatto dell'acqua all'interno delle condutture, quindi non andranno posate in situazioni di formazione di acqua o condensa, e dove necessario la tubazione potrà avere una pendenza verso l'ambiente più umido.

Il grado di protezione delle condutture dovrà altresì considerare la presenza di materiale solido o polvere, in quantità significativa, al fine di ridurre la possibile penetrazione.

La presenza di sostanze nocive, corrosive od inquinanti, richiede l'uso di condutture idonee.

Nessuna conduttura dovrà essere soggetta a fenomeni di vibrazione, urti, vento, o altre sollecitazioni meccaniche, come in alcune applicazioni su macchinari industriali, salvo l'uso di materiali idonei, e salvo la scelta di installazioni meccaniche adatte, riferita sia alla condizione di posa, sia alle caratteristiche meccaniche del cavo, della tubazione o del canale che li contiene. Ad esempio, nelle officine meccaniche, autorimesse e simili, le installazioni saranno eseguite ad altezza superiore a 1,15 metri, così da impedire l'urto accidentale.

Altri effetti a cui si dovrà prestare attenzione nella scelta del cavo e della relativa protezione sono dati dalla presenza di flora, di muffa o di fauna, come ad esempio i roditori.

Le connessioni dei cavi devono essere realizzate con accessori di connessione destinati a tale scopo, e dovranno assicurare una continuità elettrica duratura e un'adeguata resistenza meccanica, anche tenendo conto che nel caso il cavo sia sottoposto ad una corrente di cortocircuito la giunzione sarebbe interessata dalla stessa corrente e dalla stessa sollecitazione meccanica. I dispositivi di giunzione sono comunque soggetti a normativa di prodotto. Nelle passerelle e nei canali, le giunzioni devono essere in numero minimo possibile, devono collegare esclusivamente anime dello stesso colore e presentare un grado di protezione meccanica ed isolamento equivalente a quella richiesta per i cavi e comunque non inferiore a IPXXB. Generalmente le connessioni avvengono all'esterno del canale o passerella, in apposita cassetta di connessione ancorata al canale o alla passerella stessa.

Le giunzioni devono poter essere ispezionabili, salvo quelle dei cavi interrati, o nelle giunzioni impregnate con appositi composti.

La posa di cavi con tensioni diverse di esercizio nella stessa conduttura, come ad esempio i cavi telefonici o di segnale, appartenenti alla categoria 0, e i cavi di energia appartenenti alla categoria 1, deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- con condutture separate o con cavi separati da setti;
- i cavi devono essere tutti isolati per la massima tensione presente;
- i cavi di categoria 0 (citofonici, coassiali, ecc.) devono essere rispondenti alle relative norme di prodotto, ed i cavi di energia devono essere di tipo a doppio isolamento.

Le condutture dovranno, inoltre, essere distanti o protette con schermi verso altre condutture di servizi non elettrici, che possano produrre fumi, calore, vapore, o condensa. Le condutture elettriche, inoltre, non devono causare pericoli per gli altri componenti o impianti.

## SCHEDE DI CALCOLO

**9.1. Calcolo e dimensionamento dell'impianto di messa a terra**

L'impianto di messa a terra è, come si è detto, uno dei principali sistemi di protezione, pertanto è necessario che esso soddisfi tutte le prescrizioni di sicurezza ad esso associate.

I requisiti essenziali sono (vedi figura 6.1):

- l'impianto dovrà avere una resistenza di terra che sia in accordo alle esigenze di protezione;
- il funzionamento dovrà essere efficiente nel tempo;
- i componenti dell'impianto di terra dovranno essere in grado di sopportare le correnti di guasto senza danno;
- i materiali che costituiscono l'impianto devono essere meccanicamente idonei o protetti da qualsiasi influenza esterna che ne possa alterare le caratteristiche di funzionalità o efficienza;
- i materiali e le relative dimensioni devono essere tali che effetti elettrolitici causati dal terreno non alterino o modifichino le caratteristiche meccaniche dei componenti di dispersione e che l'impianto non causi danni ad altre parti metalliche realizzate in prossimità.

L'impianto di messa a terra dovrà essere unico per tutto l'edificio o impianto, e ad esso saranno connesse tutte le masse, masse estranee, limitatori di sovratensione, impianto contro le scariche atmosferiche e quanto altro ne faccia parte in relazione alla complessità dell'impianto.

**Dispersori**

I dispersori potranno essere costituiti da diversi elementi metallici, principalmente in rame o acciaio zincato a caldo.

Le tipologie principali, considerate dalla norma, sono:

**Tabella 9.1.** *Elementi dispersori*

	<b>Elettrodo</b>	<b>Dimensioni</b>	<b>Acciaio zincato</b>	<b>Rame</b>
Per posa nel terreno	Piastre	Spessore (mm)	3	3
	Nastro	Spessore (mm)	3	3
		Sezione (mm <sup>2</sup> )	100	50
	Tondino o conduttore massiccio	Sezione (mm <sup>2</sup> )	50	35
	Conduttore cordato	Ø filo unitario	1.8	1.8
		Sezione corda (mm <sup>2</sup> )	50	35

[segue]

	Elettrodo	Dimensioni	Acciaio zincato	Rame
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	Ø esterno	40	30
		Spessore (mm)	2	3
	Picchetto massiccio	Ø (mm)	20	15
		Spessore (mm)	5	5
	Picchetto in profilato	Dim. trasversale (mm)	50	50

Inoltre, sono fortemente consigliati i ferri dell'armatura dei cementi armati incorporati nel terreno.

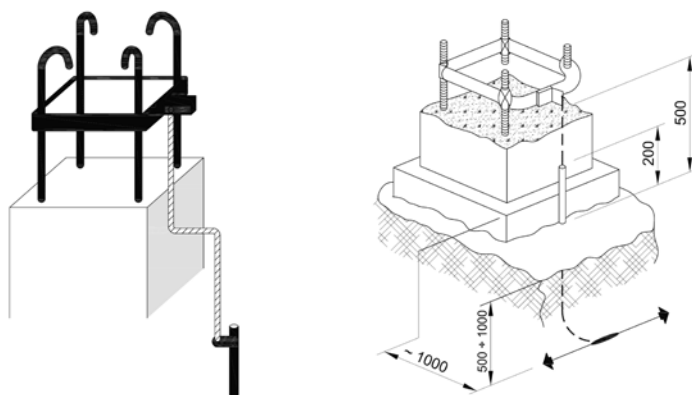


Figura 9.1. Strutture utilizzate come dispersori naturali

Le raccomandazioni in merito ai dispersori sono principalmente riferite alla quota di interramento al fine di evitare che i fenomeni di essiccamento o congelamento del terreno, possano aumentare il valore di resistenza di terra. In genere un valore minimo di 0.5 m è un valore accettabile.

I materiali dovranno essere in grado di sopportare eventuali danni dovuti alla corrosione e in fase di dimensionamento sarà necessario considerare un possibile aumento della resistenza di terra per i motivi già menzionati.

I tubi metallici dell'acquedotto potrebbero essere utilizzati come dispersore solo previo accordo con l'esercente dell'Azienda erogatrice, che dovrà anche fornire informazioni su eventuali modifiche alla rete idrica, pertanto in genere è sconsigliato. È invece proibito utilizzare come dispersori le tubazioni che trasportano liquidi o gas infiammabili. Queste tubazioni dovranno invece essere collegate all'impianto di terra, essendo masse estranee.

### **Calcolo della resistenza di terra in funzione dell'impianto di dispersione**

Per un corretto dimensionamento dell'impianto di messa terra si dovrà innanzitutto calcolare il valore della resistenza di terra. In questo calcolo entrano in gioco tre elementi fondamentali.

Il primo è la resistività media del terreno. Questa dipende dalle proprietà fisiche del terreno stesso. La seguente tabella 9.2, indica i valori di riferimento per i vari terreni in relazione alla com-

## SCHEDE DI PROGETTO

Prima di addentrarci nella redazione del progetto, è necessario comprendere alcune regole tecniche che potranno essere utili per la risoluzione di diverse tipologie impiantistiche nella progettazione di impianti destinati all'edilizia residenziale e terziario.

### 10.1. Connessione alla rete elettrica

Le regole definite nella norma CEI 0-21 sono le prescrizioni agli utenti per la connessione alla rete elettrica pubblica per gli impianti con tensione massima fino ad 1 kV. Queste comprendono le prescrizioni sia per gli utenti passivi, quelli cioè che alimentano il proprio impianto attraverso la rete pubblica, sia per gli utenti attivi, quelli cioè che producono ed immettono energia in rete attraverso impianti fotovoltaici, eolici, o comunque con ogni genere di impianto che converte ogni forma di energia utile in energia elettrica che sarà immessa nella rete pubblica.

#### *Condizioni generali della rete*

Dovendo connettere l'impianto ad una rete pubblica, è necessario che tutti i carichi elettrici che saranno presenti nell'impianto dell'Utente rispettino le norme CEI che regolamentano i disturbi condotti e indotti che possono essere trasmessi nella rete cui essi sono collegati. L'obiettivo che si vuole conseguire consiste nell'introdurre il più basso possibile degrado alla qualità del servizio della rete.

I disturbi principali che vengono introdotti in rete dagli utilizzatori sono principalmente i seguenti: SQ = dissimmetrie e squilibri; FT = fluttuazioni di tensione (flicker); VT = variazioni di tensione; AR = armoniche; FS = frequenze spurie; RE = radioemissione.

I seguenti utilizzatori sono fra i principali che possono iniettare in rete i disturbi menzionati: riscaldamento a resistenza, forni domestici di tipo a microonde o infrarossi, forni industriali, saldatrici a resistenza o ad arco, motori asincroni, trasformatori, convertitori, elettroerosione, lampade a scarica, televisori, apparecchi di radiologia.

Fra gli utenti attivi, i disturbi in rete possono essere immessi da:

- impianti eolici con generatori asincroni;
- generatori sincroni con inverter ca/ca;
- impianti connessi tramite generatori asincroni;
- impianti connessi tramite convertitori.

Il Distributore indica i massimi valori di disturbo che possono essere immessi in rete, che varieranno in funzione dei margini disponibili sulla specifica zona della rete interessata.

È palese che di tali caratteristiche se ne dovrà tenere conto solo nelle circostanze in cui gli elementi siano significativi, sia in numero, sia in proporzione alla potenza disponibile in rapporto alla potenza degli apparecchi disturbanti.

### ***Caratteristiche lato rete***

Il Distributore gestisce la rete con neutro (lato distributore) direttamente a terra, garantendo il valore di resistenza di terra  $R_n$  inferiore a  $180 \Omega$ . L'Utente non può utilizzare il neutro come conduttore di protezione e nemmeno collegare il neutro del Distributore al proprio impianto di messa terra.

L'impianto di messa a terra dell'utente deve essere indipendente da quello della rete e la resistenza RE (di responsabilità dell'utente) dovrà avere un valore opportunamente coordinato con i requisiti indicati nella Norma CEI 64-8 art. 413.1.4, già esposti nel capitolo pertinente.

La corrente di cortocircuito massima convenzionale nel Punto di Connessione (PdC) e che dovrà quindi essere assunta al contatore avrà i seguenti valori:

- 6 kA per le forniture monofase;
- 10 kA per le forniture trifase per Utenti con potenza disponibile per la connessione fino a 30 kW;
- 15 kA per le forniture trifase per utenti con potenza disponibile per la connessione superiore a 30 kW;
- 6 kA per la corrente di cortocircuito fase-neutro nelle forniture trifase.

Il progetto dovrà quindi considerare l'uso di apparecchiature di protezione in grado di aprire le correnti di cortocircuito dei corrispondenti valori in relazione alla potenza di fornitura nel punto di connessione, che convenzionalmente coincide con i morsetti del contatore. Mano a mano che i componenti si distanzieranno dal contatore, i valori di cortocircuito diminuiranno, permettendo quindi la riduzione del potere di interruzione dei componenti stessi.

In relazione al fabbisogno di potenza dovrà essere chiesto l'allacciamento al distributore che, generalmente, dovrà fornire un contatore in bassa tensione per potenze fino a 100 kW e talvolta, ma non obbligatoriamente, fino a 200 kW. Oltre questi valori è facoltà del Distributore proporre la connessione in media tensione (MT).

Per le utenze fino a 30 kW generalmente è data la potenza massima aumentata del 10%. Il distributore solitamente installa un limitatore che impedisce un maggior prelievo da parte dell'utente. Per le utenze superiori a 30 kW, il Distributore non installa il limitatore, ma in caso di sfioramento della potenza prelevata, valutata sulla campionatura effettuata nell'arco di due mesi, il Distributore chiede l'adeguamento alla nuova potenza.

Le nuove regole di connessione permettono comunque la possibilità di definire la potenza necessaria per taglie crescenti (o in diminuzione) di 0.5 kW, e non più utilizzando le vecchie taglie dei contatori fino ad ora utilizzate.

### ***Predisposizione vano contatori***

È competenza dell'utente predisporre luoghi idonei all'installazione dei contatori del Distributore di energia, che dovranno essere mantenuti dall'utente stesso.

Le prescrizioni specifiche indicano che la posizione del locale/vano deve permettere la realizzazione, esercizio e manutenzione nel rispetto delle vigenti norme sugli impianti e sulla sicurezza.

Il locale/vano deve essere realizzato in modo che:

- i contatori dell'energia elettrica non coesistano con i contatori del gas;
- sia ubicato preferibilmente allo stesso livello del piano stradale;
- abbia dimensioni commisurate al numero di contatori.

## SCHEDE DI PROGETTO. IMPIANTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI

Il settimo fascicolo della norma CEI 64-8 tratta gli ambienti ed applicazioni particolari. Le prescrizioni date modificano, sostituiscono o integrano le prescrizioni generali, fino a ora viste.

### 11.1. Impianti in locali contenenti bagni o docce

Le prescrizioni si applicano esclusivamente ai locali che contengono una vasca da bagno fissa o una doccia, comprendendo anche le zone circostanti. Non sono considerati, invece, locali di servizi di emergenza.

Questi ambienti sono suddivisi in quattro zone così identificate:

- **Zona 0:** è il volume interno della vasca o della doccia o comunque in caso di piani a pavimento la sua estensione si innalza di 10 cm;
- **Zona 1:** è il volume sovrastante la zona 0 fino ad un piano orizzontale di 2.25 m al di sopra il livello del piano di fondo della vasca o della doccia. La superficie verticale è circoscritta dal perimetro degli elementi sanitari, salvo per le docce senza piatto nel cui caso è posta a 1.20 m dal soffione doccia;
- **Zona 2:** è delimitata dal livello del pavimento fino al piano orizzontale situato a 2.25 m e delimitato verticalmente dal bordo della zona 1 fino alla distanza di 60 cm parallela alla superficie verticale precedente. Tale zona, in caso di doccia senza piatto, è compresa nella zona 1;
- **Zona 3:** comprende un'estensione di volume fino a 2.40 m dalla superficie verticale della zona 2.

La protezione contro i contatti diretti mediante ostacoli o distanziamento non è ammessa.

Potranno essere utilizzati, invece, circuiti SELV con protezione ai contatti diretti a mezzo di barriere o involucri con grado di protezione minimo IPXXB. La protezione addizionale mediante interruttori differenziali con corrente nominale non superiore a 30 mA dovranno proteggere tutti i circuiti delle quattro zone.

Le masse estranee accessibili nelle zone dovranno essere collegate al nodo di terra mediante conduttore equipotenziale supplementare. Tale collegamento è sufficiente che sia realizzato nel punto di ingresso delle tubazioni nel locale. Non è necessario considerare massa estranea la vasca da bagno se di tipo metallico.

I componenti utilizzati devono avere almeno i seguenti gradi di protezione:

- nella zona 0: IPX7;
- nella zona 1 e nella zona 2: IPX4.

Le condutture dovranno essere realizzate in cavo con guaina se installate a vista, altrimenti incassate nella muratura in tubo protettivo isolante contenente cavi con o senza guaina, posate a profondità non inferiore a 5 cm. In tal modo le condutture sono classificabili di tipo ad iso-

lamento di classe 2 o equivalente e quindi non dovranno avere alcun rivestimento metallico. Se tali condizioni non possono essere realizzate i circuiti dovranno essere protetti mediante il sistema SELV o con separazione elettrica individuale.

Nelle zone 0, 1 e 2 le condutture dovranno essere limitate a quelle necessarie e non sono ammesse cassette di derivazione o giunzioni.

I dispositivi di protezione di sezionamento o di comando non potranno essere installati nelle zone 0, 1 e 2, salvo circuiti SELV con tensione non superiore a 12 V che abbiano però la sorgente di sicurezza installata al di fuori di dette zone. Nella zona 3 è invece permessa l'installazione di apparecchi di comando e prese a spina per circuiti: con separazione elettrica, di tipo SELV o con interruzione automatica dell'alimentazione realizzata con interruttore differenziale con corrente di intervento nominale non superiore a 30 mA.

Nella zona 1 possono essere installati scaldacqua elettrici e sono inoltre ammessi apparecchi di illuminazione di tipo SELV con tensione non superiore a 25 V. Possono inoltre essere installate vasche da bagno idromassaggio, in quanto la componentistica elettrica è posta nella zona 1 realizzata al di sotto della vasca stessa che delimita la zona 0. Nella zona 2 si possono installare scaldacqua elettrici, apparecchi di illuminazione e di riscaldamento di classe I e II.

Come possiamo dedurre, l'installazione di dispositivi differenziali aiuta a semplificare i circuiti dei locali bagno. Va anche precisato che l'interruttore differenziale non è necessariamente ad uso esclusivo, pertanto anche il dispositivo utilizzato a protezione dell'impianto generale è idoneo a svolgere la funzione di protezione anche dei locali contenenti bagni o docce.

Esistono alcuni particolari tipi di utilizzatori che sono specificatamente destinati all'installazione entro i locali contenenti bagni o docce e per i quali la norma CEI fornisce i seguenti riferimenti:

- le vasche idromassaggio e le cabine doccia multifunzioni possono essere installate nelle zone 0, a condizione che siano conformi alla norma di prodotto della serie CEI EN 60335;
- i ventilatori aspiratori di classe II, che abbiano almeno il grado di protezione pari a IPX4, possono essere assimilati ad apparecchi di riscaldamento e pertanto sono installabili nella zona 2; anche le toilette elettriche, se conformi alle specifiche norme di prodotto, potranno essere installate in zona 2;
- per gli scaldacqua in pompa di calore invece l'installazione in zona 1 e 2 è al momento ancora vietata, fino all'applicazione di specifiche norme di costruzione.

## 11.2. Piscine e fontane

Le seguenti prescrizioni si applicano alle vasche delle piscine, ad esclusione di quelle ad uso medico per le quali possono essere necessarie prescrizioni ulteriori, mentre per le fontane si considerano esclusivamente quelle non occupate da persone.

Nel caso in cui le fontane siano accessibili senza l'ausilio di scale o mezzi speciali sono soggette alle prescrizioni previste per le piscine.

La classificazione delle zone comprende 3 volumi:

- **Zona 0:** volume interno della vasca;
- **Zona 1:** volume sovrastante la zona 0 fino ad un'altezza di 2.50 m, e si estende lateralmente di 2.00 m dal bordo della vasca;
- **Zona 2:** volume compreso fra la superficie verticale della zona 1 fino a 1.50 m dalla stessa. Per le fontane non è prevista la zona 2.

## IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI A RISCHIO DI ESPLOSIONE

La **Direttiva Europea 94/9/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 marzo 1994, “per il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva”, prende in considerazione i rischi di esplosione, di qualsiasi natura, che possano costituire una possibile fonte di innesco.

La direttiva fornisce i requisiti essenziali di sicurezza, applicabili a tutti i prodotti che sono utilizzati all'interno di un'area potenzialmente esplosiva. Si pone inoltre l'obiettivo di eliminare, o quanto meno minimizzare, i rischi derivanti dall'uso di alcuni prodotti posti all'interno (o comunque in relazione) di un'atmosfera potenzialmente esplosiva.

La direttiva è meglio nota come direttiva ATEX (*Atmosphères Explosibles*).

Secondo questa direttiva, dovrà essere valutata la probabilità che si manifesti in un ambiente un'atmosfera esplosiva, che si considera costituita da una miscela di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie e polveri con aria in determinate condizioni atmosferiche in cui, dopo l'innesco, la combustione si propaga all'insieme della miscela non bruciata.

La direttiva classifica i prodotti secondo il seguente criterio:

**Tabella 12.1.** *Classificazione prodotti in presenza di gas*

Prodotti		Livello di protezione		Destinazione d'uso	
Gruppo	Categoria	Qualità	Protezione	Luoghi	Zone
I	M1	Molto elevato	Il livello di sicurezza è garantito da un doppio sistema di protezione	Miniere con presenza di grisou e polveri combustibili	
I	M2	Elevato	È garantito il funzionamento in condizioni normali di funzionamento		
II	1G	Molto elevato	Il livello di sicurezza è garantito da un doppio sistema di protezione	Luoghi con pericolo di esplosione a causa della presenza di gas, vapori o nebbie	Zona 0
II	2G	Elevato	La sicurezza richiesta è garantita anche in caso di anomalie o difetti dei prodotti		Zona 1
II	3G	Normale	La sicurezza richiesta è garantita nel normale funzionamento		Zona 2



**Tabella 12.2.** *Classificazione prodotti in presenza di polveri*

Prodotti		Livello di protezione		Destinazione d'uso	
Gruppo	Categoria	Qualità	Protezione	Luoghi	Zone
II	1D	Molto elevato	Il livello di sicurezza è garantito da un doppio sistema di protezione	Luoghi con pericolo di esplosione a causa della presenza di polveri combustibili	Zona 20
II	2D	Elevato	La sicurezza richiesta è garantita anche in caso di anomalie o difetti dei prodotti		Zona 21
II	3D	Normale	La sicurezza richiesta è garantita nel normale funzionamento		Zona 22

I prodotti conformi alle direttive ATEX, commercializzati dopo il 1 luglio del 2003, dovranno essere dotati di marcatura CE e dovranno avere tutte le identificazioni richieste per il corretto uso e destinazione.

I principali destinatari della direttiva 99/92/CE sono quindi i datori di lavoro, che devono provvedere alla valutazione dei rischi per i lavoratori derivanti dalla presenza, nei luoghi di lavoro, di atmosfere esplosive ed i costruttori di apparecchi elettrici e non elettrici destinati ad essere utilizzati in ambienti con presenza di atmosfere esplosive.

I progettisti e gli installatori di impianti elettrici saranno coinvolti, oltre che dalle direttive ATEX, anche dalla normativa del CEI, che ha pubblicato norme e guide che disciplinano gli impianti elettrici nelle atmosfere potenzialmente esplosive, fra cui:

- Norma CEI 31-87 (CEI EN 60079-10) “*Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi*”;
- Norma CEI 31-33 (CEI EN 60079-14) “*Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)*”;
- Guida CEI 31-35 “*Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Guida all’applicazione della norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-87). Classificazione dei luoghi pericolosi*”;
- Guida CEI 31-35/A “*Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Guida all’applicazione della norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-87). Classificazione dei luoghi pericolosi. Esempi di applicazione*” – Esempio GF3 “*Centrali termiche alimentate a gas naturale*”;
- Norma CEI 31-66 “*Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili Parte 10: Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri combustibili*”.

Per classificare le zone ATEX dovranno essere affrontati e risolti due sostanziali aspetti, che richiedono una gran quantità di informazioni e valutazioni:

- l’individuazione delle sorgenti di emissione di gas infiammabili o polveri combustibili, e studio del tipo di emissione che esse possono generare. Ad esempio, continua o probabile;

## VERIFICHE E MANUTENZIONE

Gli impianti elettrici sono soggetti, secondo la norma CEI 64-8, a specifiche prescrizioni per le verifiche iniziali e periodiche dell'impianto. Lo scopo delle verifiche iniziali è quello di determinare se le prescrizioni generali sono state soddisfatte.

Tali verifiche sono eseguite dopo la realizzazione di un nuovo impianto o dopo l'ampliamento o la modifica di un impianto esistente.

Le verifiche periodiche sono eseguite allo scopo di determinare se l'impianto e i suoi componenti siano in condizioni soddisfacenti per il loro uso.

L'**esame a vista** è un esame dell'impianto che accerti, con la presa in visione, la corretta scelta e la corretta installazione dei componenti elettrici.

Per **prova** si intende l'effettuazione di misurazioni o operazioni mediante le quali si accerta l'efficienza dell'impianto o dei relativi componenti, mediante l'utilizzo di appropriati strumenti.

È definito **rapporto**, la registrazione dei risultati dell'esame a vista e delle prove.

La **manutenzione** è la combinazione delle azioni che vengono eseguite sull'impianto al fine di mantenere, o riportare, un componente o una parte dell'impianto, alle condizioni in cui possa soddisfare le prescrizioni specifiche e possa inoltre effettuare le funzioni richieste.

Per **verifica** si intende l'insieme delle operazioni mediante le quali si accerta la rispondenza alle prescrizioni normative dell'intero impianto, e comprende le operazioni di esami a vista, prove e rapporto di verifica.

### 13.1. Verifiche iniziali

Prima della messa in esercizio dell'impianto e della relativa consegna dello stesso all'utente, l'impianto deve essere sottoposto a verifica sia durante l'installazione sia al suo completamento. Al personale incaricato di effettuare le verifiche iniziali deve essere fornita la documentazione necessaria, consistente negli schemi e documenti che indicano la natura e la formazione dei circuiti, le caratteristiche e le posizioni dei dispositivi di protezione, ed eventuali ulteriori informazioni necessarie.

La verifica dovrà comprendere l'esame dei risultati che dovranno essere tali da soddisfare le prescrizioni della norma CEI 64-8, principalmente riferite alla sicurezza delle persone e degli animali, e contestualmente per evitare danni ai beni e ai componenti elettrici installati anche nel caso in cui si verificano guasti o anomalie. Nel caso di ampliamenti o modifiche di un impianto esistente la verifica dovrà appurare che le variazioni apportate non compromettano la sicurezza delle parti su cui non è intervenuta alcuna modifica. Si precisa che la verifica dovrà essere effettuata da persona esperta e competente in materia di verifica.

L'operazione di esame a vista dovrà essere generalmente effettuata con l'impianto fuori tensione e deve precedere le successive prove. Dovrà accertare: che i componenti elettrici siano

conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative norme di prodotto (ad esempio mediante l'esame di marcature, certificazioni o informazioni del costruttore), che i componenti siano scelti e messi in opera correttamente secondo le prescrizioni normative e le istruzioni del costruttore, ed infine che non vi siano visibili danneggiamenti che possano compromettere la sicurezza.

L'esame a vista dovrà riguardare:

- i metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
- presenza di barriere tagliafiama e ulteriori precauzioni contro la propagazione del fuoco, e metodi di protezione contro gli effetti termici;
- scelta dei conduttori in relazione alla portata elettrica e alla caduta di tensione secondo le note di calcolo fornite dal progetto;
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento e/o di comando;
- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione contro le influenze esterne;
- corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- dispositivi di comando unipolari connessi al conduttore di fase;
- presenza di schemi, cartelli monitori e altre informazioni analoghe necessarie;
- identificazione dei circuiti, degli interruttori, dei morsetti, ecc.;
- idoneità delle connessioni dei conduttori;
- presenza e adeguatezza dei conduttori di protezione compresi i conduttori per il collegamento equipotenziale principale e supplementare;
- agevole accessibilità dell'impianto per gli interventi operativi e di manutenzione.

L'esame a vista dovrà anche appurare che tutte le prescrizioni relative agli ambienti ad applicazioni particolari siano rispettate. A seguito dell'esame a vista si procederà alle operazioni di prova eseguite con i successivi metodi di riferimento o con altri metodi di prova che forniscano comunque risultati altrettanto validi. Gli strumenti utilizzati dovranno essere conformi alle norme di prodotto. Le prove essenziali eseguite, per quanto applicabile, nell'ordine indicato consistono in:

- continuità dei conduttori;
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica;
- resistenza dei pavimenti e delle pareti;
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- protezione addizionale;
- prova di polarità;
- prova dell'ordine delle fasi;
- prove di funzionamento;
- cadute di tensione.

Per l'esecuzione delle prove si potrà fare riferimento a tutte le caratteristiche di sicurezza che sono state viste nei vari capitoli del testo. Dovrà in ogni caso essere eseguita una prova di continuità sui conduttori di protezione, compresi i conduttori per i collegamenti equipotenziali principali e supplementari dove richiesti. Tale prova ha il solo scopo di valutare l'esistenza o meno della continuità elettrica a prescindere dalla misura effettiva della resistenza.

La misurazione della resistenza di isolamento dovrà essere effettuata tra ogni conduttore attivo ed il conduttore connesso a terra. Per gli scopi di questa prova i conduttori attivi possono essere collegati assieme. I risultati dovranno garantire, con apparecchi disinseriti, un valore pari a:

## SCARICHE ATMOSFERICHE

Con l'incarico di provvedere alla progettazione dell'impianto elettrico di un edificio, implicitamente, il progettista è tenuto ad effettuare la verifica contro il rischio dalle scariche atmosferiche. Questo è richiesto dalla norma CEI 64-8, al fine di garantire la sicurezza nei confronti delle persone.

La norma che disciplina la protezione dalle scariche atmosferiche è la CEI 81-10, composta di quattro fascicoli:

- Parte 1 – *Principi generali*;
- Parte 2 – *Gestione del rischio*;
- Parte 3 – *Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone*;
- Parte 4 – *Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture*.

In base alle indicazioni della norma, il progettista dovrà individuare i possibili rischi derivanti dalle scariche atmosferiche e determinare se l'edificio necessita o meno di misure di protezione.

### ***Sorgenti di danno***

La corrente che sarà generata dal fulmine, sarà la principale sorgente di danno S che verrà provocato. La sorgente di danno si distingue per il punto di impatto del fulmine:

- S1: fulmine sulla struttura;
- S2: fulmine in prossimità della struttura;
- S3: fulmine sulle linee entranti;
- S4: fulmine in prossimità delle linee entranti.

Le linee a cui la norma fa riferimento, potranno essere sia linee di energia che di segnale.

### ***Tipo di danno***

Il fulmine, in relazione al punto di impatto e alle caratteristiche delle costruzioni, causerà un danno D, che potrà dipendere dalle caratteristiche specifiche di costruzione dell'edificio, dalla attività che sarà svolta e dal suo contenuto. I danni potranno essere più o meno attenuati dalle misure di protezione che saranno state utilizzate sulla costruzione stessa e sugli impianti di essa è dotata.

I principali danni che potranno manifestarsi sono così definiti:

- D1: danno ad esseri viventi per elettrocuzione;
- D2: fuoco, esplosioni, effetti chimici, distruzioni meccaniche e altri danni materiali;
- D3: fallimento/malfunzionamento di sistemi elettronici a causa di sovratensioni.

Si puntualizza che il danno D1 agli esseri viventi considerato è espressamente riferito all'elettrocuzione e non comprende quindi altri possibili danni che potrebbero manifestarsi a seguito di un fulmine.

**Tipo di perdita**

La combinazione di uno o più tipi di danno D, possono produrre diversi tipi di perdita L alla struttura:

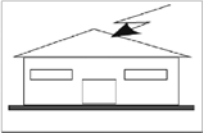
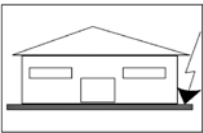
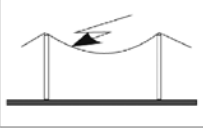
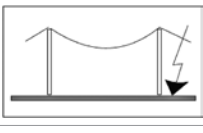
- D1: shock elettrico per gli esseri viventi, dovuto a tensioni di contatto o di passo (la tensione di passo è la differenza di potenziale che si genera fra due differenti punti sul terreno a seguito del fulmine. In tal caso una persona camminando in prossimità di una struttura potrebbe sperimentare fra un piede e l'altro una tensione fatale);
- D2: fuoco, esplosione, effetto meccanico o rilascio di sostanze chimiche, dovuti agli effetti del fulmine, scariche distruttive comprese;
- D3: guasti agli impianti interni.

I tipi di perdita L che ne derivano sono:

- L1: perdita di vite umane (compreso danno permanente);
- L2: perdita di servizio pubblico;
- L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4: perdita economica (struttura, suo contenuto e perdita di attività).

Il tipo di perdita che si può verificare dipenderà anche dal tipo di struttura colpita e dalla sua destinazione d'uso. Inoltre la perdita L potrà essere una sola oppure una combinazione fra due o più tipi. Solo la perdita L4 può essere considerata solo una perdita di tipo economico.

**Tabella 14.1.** Componenti di rischio

Tipo di fulminazione	Sorgenti di danno	Tipi di danno	Tipi di perdita	Componente di rischio	Significato
<b>Fulmine sulla struttura</b> 	S1	D1	L1 – L4	R <sub>A</sub>	Danni a persone o animali per tensioni di contatto e di passo all'esterno della struttura
		D2	L1 – L2 L3 – L4	R <sub>B</sub>	Danni materiali dovuti ad incendio o esplosione
		D3	L1 – L2 L4	R <sub>C</sub>	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche
<b>Fulmine in prossimità della struttura</b> 	S2	D3	L1 – L2 L4	R <sub>M</sub>	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche
<b>Fulmine su linee entranti</b> 	S3	D1	L1 – L4	R <sub>U</sub>	Danni a persone o animali per tensioni di contatto all'interno della struttura
		D2	L1 – L2 L3 – L4	R <sub>V</sub>	Danni materiali dovuti ad incendio o esplosione
		D3	L1 – L2 L4	R <sub>W</sub>	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche
<b>Fulmine in prossimità delle linee entranti</b> 	S4	D3	L1 – L2 L4	R <sub>Z</sub>	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche

## LA SICUREZZA SUL LAVORO

In questo capitolo analizziamo gli aspetti della sicurezza sul lavoro, e le denunce agli enti competenti degli impianti di sicurezza.

---

Il **software incluso** installerà il testo integrale del decreto e la modulistica per adempiere alle denunce degli impianti di sicurezza di messa a terra e delle scariche atmosferiche.

---

### 15.1. Decreto sicurezza

La legge 3 agosto 2007, n. 123 “*Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia*”, delega, appunto, il Governo al riassetto normativo in materia di tutela e della sicurezza sul lavoro.

Viene quindi pubblicato il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, e modificato dal decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106.

Il decreto abroga tutta la previgente normativa sulla sicurezza sul lavoro, compresi il decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547; il decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626; il decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 494 e il decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 187.

Inoltre sono cancellati gli articoli: 2, 3, 5, 6 e 7 della legge 3 agosto 2007, n. 123 e ogni altra disposizione legislativa e regolamentare nella materia disciplinata dal decreto legislativo medesimo, incompatibili con lo stesso.

Il decreto precisa che saranno pubblicati uno o più decreti che porteranno all’armonizzazione delle disposizioni del D.Lgs. n. 81/2008 con quelle contenute in leggi o regolamenti che dispongono rinvii a norme del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni, ovvero ad altre disposizioni abrogate.

Con il nuovo D.Lgs. n. 81/2008 si modifica l’assetto normativo fino ad ora vigente a carico del datore di lavoro, ed inoltre alcune modifiche sono anche a carico del direttore dei lavori e del progettista degli impianti tecnologici.

Analizziamo quindi quali sono le disposizioni del D.Lgs. n. 81/2008, che principalmente coinvolgono il progettista che ricopre anche l’incarico di direttore dei lavori.

#### Art. 15

##### *Misure generali di tutela*

1. Le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro sono:

- a) la valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza;
- b) la programmazione della prevenzione, mirata ad un complesso che integri in modo coerente nella prevenzione le condizioni tecniche produttive dell’azienda nonché l’influenza dei fattori dell’ambiente e dell’organizzazione del lavoro;

- c) l'eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico;
- d) il rispetto dei principi ergonomici nell'organizzazione del lavoro, nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, in particolare al fine di ridurre gli effetti sulla salute del lavoro monotono e di quello ripetitivo;
- e) la riduzione dei rischi alla fonte;
- f) la sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso;
- g) la limitazione al minimo del numero dei lavoratori che sono, o che possono essere, esposti al rischio;
- h) l'utilizzo limitato degli agenti chimici, fisici e biologici sui luoghi di lavoro;
- i) la priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;
- l) il controllo sanitario dei lavoratori;
- m) l'allontanamento del lavoratore dall'esposizione al rischio per motivi sanitari inerenti la sua persona e l'adibizione, ove possibile, ad altra mansione;
- n) l'informazione e formazione adeguate per i lavoratori;
- o) l'informazione e formazione adeguate per dirigenti e i preposti;
- p) l'informazione e formazione adeguate per i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza;
- q) le istruzioni adeguate ai lavoratori;
- r) la partecipazione e consultazione dei lavoratori;
- s) la partecipazione e consultazione dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza;
- t) la programmazione delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza, anche attraverso l'adozione di codici di condotta e di buone prassi;
- u) le misure di emergenza da attuare in caso di primo soccorso, di lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori e di pericolo grave e immediato;
- v) l'uso di segnali di avvertimento e di sicurezza;
- z) la regolare manutenzione di ambienti, attrezzature, impianti, con particolare riguardo ai dispositivi di sicurezza in conformità alla indicazione dei fabbricanti.

2. Le misure relative alla sicurezza, all'igiene ed alla salute durante il lavoro non devono in nessun caso comportare oneri finanziari per i lavoratori.

### **15.2. Disposizioni in materia di sicurezza nella progettazione degli impianti elettrici**

Il decreto assegna al datore di lavoro l'obbligo di prendere misure sufficienti a garantire la sicurezza degli impianti. In effetti, tali disposizioni saranno messe in atto dal progettista dell'impianto elettrico. Le principali misure imposte dal Decreto sono riportate al Capo III "Impianti e apparecchiature elettriche".

#### Art. 80

##### *Obblighi del datore di lavoro*

1. Il datore di lavoro prende le misure necessarie affinché i lavoratori siano salvaguardati da tutti i rischi di natura elettrica connessi all'impiego dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti elettrici messi a loro disposizione ed, in particolare, da quelli derivanti da:

**IL DECRETO MINISTERIALE 22 GENNAIO 2008, N. 37**

Il decreto ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 è stato emanato dal Ministero dello sviluppo economico e pubblicato nella G.U.R.I. 12-03-2008, n. 61. È il regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-*quaterdecies*, comma 13, lettera a) della legge 2 dicembre 2005, n. 248, di riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici, e sostituisce le disposizioni contenute nella Legge n. 46/1990.

Come abbiamo già visto, l'ambito di applicazione del presente decreto riguarda gli impianti posti al servizio degli edifici, per qualsiasi destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o nelle relative pertinenze. Se l'impianto ha origine da reti di distribuzione, le prescrizioni del decreto si applicano a partire dal punto di consegna della fornitura.

Ai nostri fini sappiamo che tutti gli impianti elettrici ed elettronici sono contemplati, ma è bene ricordare che il decreto considera anche altre attività di installazione tecnologiche, ad esempio impianti termici e di climatizzazione, impianti distribuzione di gas, impianti idrico sanitari, ecc..

Abbiamo già visto al capitolo "introduzione alla norma" quali sono i limiti dimensionali per i quali l'impianto deve essere progettato da un professionista abilitato. Vediamo quindi quali sono le ulteriori prescrizioni cui attenerci per soddisfare le norme del decreto.

I lavori di installazione degli impianti dovranno essere affidati esclusivamente ad imprese iscritte nel "registro delle imprese" di cui al decreto del Presidente della Repubblica 7 dicembre 1995, n. 581 e successive modificazioni, o nell'Albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443. Le imprese sono abilitate all'esercizio delle attività disciplinate dal Decreto n. 37/2008 se l'imprenditore individuale o il legale rappresentante o il responsabile tecnico, incaricato con atto formale, è in possesso dei requisiti professionali richiesti dal decreto stesso.

Se l'impresa si affida ad un responsabile tecnico, egli deve svolgere tale funzione per quella sola impresa e non potrà accettare incarichi per la medesima funzione da altri.

Qualora un'impresa artigiana intenda esercitare le attività relative agli impianti, dovrà presentare una dichiarazione di possesso dei requisiti tecnico-professionali unitamente alla domanda d'iscrizione all'albo delle imprese artigiane. Se ne ricorrono i termini l'impresa avrà un riconoscimento di abilitazione all'esecuzione degli impianti relativi ad una o più attività (ambito elettrico, termico, ecc.) di installazione, in relazione ai requisiti posseduti.

I requisiti tecnico-professionali necessari all'iscrizione sono:

- a) diploma di laurea in materia tecnica conseguito presso una università;
- b) diploma o qualifica conseguita al termine di scuola secondaria con specializzazione relativa al settore dell'attività specifica di cui si chiede l'iscrizione, seguiti da un periodo di inserimento, di almeno due anni continuativi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore;
- c) titolo o attestato conseguito ai sensi della legislazione vigente in materia di formazione professionale, con un periodo di inserimento, di almeno quattro anni consecutivi, alle dirette dipendenze di un'impresa del settore;



- d) prestazione lavorativa svolta alle dirette dipendenze di un'impresa abilitata nel ramo di attività cui si riferisce la prestazione dell'operaio installatore per un periodo non inferiore a tre anni, con qualifica di specializzato nelle attività di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui si intende ottenere il riconoscimento.

Le aziende che non operano come imprese installatrici, ma che dispongono di uffici tecnici interni, sono autorizzate all'installazione, alla trasformazione, all'ampliamento e alla manutenzione dei propri impianti tecnici presenti in azienda, solo per quella tipologia di lavori per i quali esista il responsabile che possiede i requisiti tecnico professionali.

Per gli impianti con obbligo di progetto, l'elaborato dovrà essere depositato presso lo sportello unico per l'edilizia del comune in cui deve essere realizzato l'impianto nei termini previsti dal decreto 37 e dalle altre norme e leggi vigenti relative all'installazione tecnologica in fase di realizzazione.

L'impresa installatrice è responsabile della corretta esecuzione, e dovrà eseguire gli impianti in conformità alla regola dell'arte.

Con riferimento alle attività produttive, si applicano le norme generali di sicurezza di cui all'articolo 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 1989 e le relative modificazioni, che recita:

#### Art. 1

##### *Norme generali di sicurezza*

1. Nella progettazione, nella realizzazione e nella gestione delle attività industriali i fabbricanti sono tenuti a conformarsi a tutte le disposizioni vigenti in materia di sicurezza del lavoro, di prevenzione incendi, e di tutela della popolazione e dell'ambiente. In particolare i fabbricanti devono ottenere dal competente comando dei vigili del fuoco le autorizzazioni concernenti la prevenzione incendi previste dalle norme vigenti, ed uniformarsi alle disposizioni contenute nel:

- a) regio decreto 9 gennaio 1927, n. 147;
- b) regio decreto 12 maggio 1927, n. 824;
- c) testo unico delle leggi sanitarie, approvato con regio-decreto 27 luglio 1934, n. 1265;
- d) decreto del presidente della repubblica 27 aprile 1955, n. 547;
- e) decreto del presidente della repubblica 19 marzo 1956, n. 303;
- f) legge 23 dicembre 1978, n. 833, e successive modifiche, integrazioni e decreti applicativi;
- g) decreto del presidente della repubblica 29 luglio 1982, n. 577;
- h) legge 7 dicembre 1984, n. 818.

2. Il richiamo alle disposizioni di cui al comma primo va esteso alle successive modifiche ed integrazioni nonché ai decreti applicativi.

Il decreto chiarisce in modo più efficace, rispetto alla Legge n. 46/1990, i requisiti degli impianti elettrici nelle unità immobiliari ad uso abitativo, realizzati prima del 13 marzo 1990 (entrata in vigore della Legge n. 46/1990), affinché si possano considerare adeguati. A tal fine dovranno essere dotati di:

- dispositivo di sezionamento;
- protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dell'impianto;
- protezione contro i contatti diretti;
- protezione contro i contatti indiretti o protezione con interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

## PROGETTO E DOCUMENTAZIONE DI ESEMPIO

Si riporta, nelle pagine successive, un esempio per comprendere l'evoluzione del progetto e dei documenti richiesti dalla norma CEI 0-2.

---

Per motivi di spazio vengono inserite soltanto alcune parti. Una trattazione più estesa è contenuta nel **software incluso**. La documentazione può essere preparata utilizzando le informazioni, le tabelle ed i fogli di calcolo contenuti nel libro e software.

Una soluzione alternativa consiste nell'uso di prodotti gratuiti messi a disposizione dei progettisti dai principali produttori di materiale elettrico, disponibili sui loro siti internet. Molti di questi software non hanno molto da invidiare a quelli commerciali, salvo il fatto che sono ovviamente indirizzati all'uso dei prodotti del proprio marchio.

---

Ipotizziamo di realizzare un semplice progetto per un ambiente destinato ad un laboratorio/ufficio, con caratteristiche ordinarie. La compilazione della relazione preliminare aiuterà a determinare le caratteristiche dell'impianto che verranno esposte anche graficamente.

Vedremo poi come potrebbe presentarsi il progetto grafico dalla fase preliminare fino alla fase esecutiva. La fase iniziale individuerà le principali utenze previste e parte della distribuzione principale. Queste decisioni vengono concordate con la proprietà.

All'impianto grafico sarà allegato uno schema di quadro elettrico di tipo a blocco, che individua i principali componenti e in modo generico la rete elettrica. Dallo schema sono evidenti i vari circuiti considerati e le caratteristiche elettriche essenziali degli interruttori.

Per la redazione dei documenti grafici dovremo aver raccolto precedentemente i dati significativi richiesti dalla relazione tecnica e ponderato i dati essenziali.

### 17.1. Progetto preliminare

#### *Relazione illustrativa*

##### *Descrizione del progetto*

Il progetto è destinato ad un immobile ad uso artigianale, realizzato in una struttura di tipo prefabbricato. Lo stabile è già esistente, pertanto le opere prevedono la realizzazione del nuovo impianto elettrico, in relazione allo stato di fatto e con le esigenze della Committenza. La parte destinata al laboratorio è la porzione principale dell'immobile.

##### *Illustrazione delle ragioni della soluzione prescelta*

Si è scelto di realizzare la distribuzione dell'impianto posando una passerella per permettere possibili ampliamenti o eventuali modifiche richieste da esigenze di produzione.

### *Indirizzi per la redazione del progetto definitivo*

Nel progetto definitivo si dovrà valutare più attentamente gli effettivi spazi necessari per i banchi di lavoro e le attrezzature al fine di confermare o variare le posizioni degli accessori elettrici. Sarà inoltre opportuno individuare la corretta scelta illuminotecnica necessaria all'attività.

## **Relazione tecnica**

### ***Dati di progetto***

#### *Dati di carattere generale e relativi all'opera*

La documentazione fornita dal committente consiste:

- schede tecniche delle apparecchiature principali che saranno utilizzate nell'attività;
- documento di valutazione del rischio;
- disegno dell'immobile;
- indicazioni sommarie sul posizionamento delle apparecchiature;
- documentazione della società che esplicita chiaramente la destinazione d'uso e la funzione dell'attività.

La documentazione è stata discussa e concordata, pertanto si ritiene che le soluzioni proposte portino a soddisfare le necessità sottoposte. Il progetto sarà ridiscusso alla presentazione del progetto preliminare.

#### *Tipo di intervento richiesto*

L'intervento consiste nel rifacimento integrale dell'impianto per la modifica dell'attività svolta.

#### *Tipologia dell'immobile*

Le dimensioni e le suddivisioni interne con differenti caratteristiche sono indicate sugli elaborati grafici.

#### *Destinazione d'uso dell'immobile o dell'impianto*

L'attività è di tipo artigianale per la produzione di apparecchiature commercializzate dalla società ....

#### *Classificazione e valutazione dei rischi*

La classificazione degli ambienti e la valutazione dei rischi è stata fornita dal Committente. Non sono evidenziati luoghi, ambienti o attività che possano richiedere norme o attività specifiche a carico dell'impianto elettrico.

#### *Personale subordinato*

La società ha assunto personale subordinato. Anche in previsione di un aumento del numero di dipendenti, questi saranno comunque inferiori a 15 unità.

#### *Presenza di corpi solidi estranei*

Non è prevista la presenza di materiali, corpi estranei o liquidi, che possano avere influenza sull'impianto elettrico.

**ALLEGATI****18.1. Norme vigenti**

<b>CEI 0-2</b>	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
<b>CEI 0-10</b>	Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
<b>CEI 0-11</b>	Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza.
<b>CEI 0-14</b>	D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462. Guida all'applicazione del D.P.R. n. 462/2001 relativo alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
<b>CEI 0-15</b>	Manutenzione delle cabine elettriche MT/BT dei clienti/utenti finali.
<b>CEI EN 60439-2/Ec</b>	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) – Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
<b>CEI-UNEL 35024/1</b>	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
<b>CEI-UNEL 35024/2</b>	Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
<b>CEI-UNEL 35024/1;Ec</b>	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
<b>CEI-UNEL 35011</b>	Cavi per energia e segnalamento – Sigle di designazione.
<b>CEI-UNEL 35026</b>	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
<b>CEI-UNEL 00722</b>	Identificazione delle anime dei cavi.
<b>CEI-UNEL 35012</b>	Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco.
<b>CEI-UNEL 35011;V1</b>	Cavi per energia e segnalamento – Sigle di designazione.
<b>CEI-UNEL 35753</b>	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni – Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi Tensione nominale U0/U: 450/750 V.
<b>CEI-UNEL 35752</b>	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale U0/U: 450/750 V.
<b>CEI-UNEL 00721</b>	Colori di guaina dei cavi elettrici.

[segue]

<b>CEI-UNEL 35023</b>	Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione.
<b>CEI-UNEL 35027</b>	Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria ed interrata.
<b>CEI-UNEL 35012</b>	Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco.
<b>CEI-UNEL 35752</b>	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U: 450/750 V.
<b>CEI-UNEL 35753</b>	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni – Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U: 450/750 V.
<b>CEI-UNEL 35016</b>	Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU “Prodotti da Costruzione”.
<b>CEI-UNEL 35011;V2</b>	Cavi per energia e segnalamento – Sigle di designazione.
<b>CEI-UNEL 35324</b>	Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U 0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1.
<b>CEI-UNEL 35328</b>	Cavi per comando e segnalamento in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U 0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1.
<b>CEI-UNEL 35318</b>	Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U 0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3.
<b>CEI-UNEL 35322</b>	Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U 0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3.
<b>CEI-UNEL 35310</b>	Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U 450/750 V – Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1.
<b>CEI-UNEL 35312</b>	Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale U <sub>0</sub> /U 0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1.

[segue]

## LE UTILITÀ ALLEGATE AL VOLUME: IL SOFTWARE DESKTOP E LA WEBAPP

Il software incluso, in **versione Desktop** (per utenti MS Windows) e in **versione WebApp** (per qualsiasi piattaforma/dispositivo con Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android), gestisce utilità di progetto per impianti elettrici in ambito civile, industriale e terziario a norma

### MODULISTICA

- Relazione tecnica a corredo del progetto preliminare
- Relazione tecnica a corredo del progetto definitivo
- Relazione tecnica a corredo del progetto esecutivo
- Dichiarazione di conformità dell'impianto a regola d'arte
- Dichiarazione di rispondenza dell'impianto
- Modelli INAIL per messa in esercizio impianto
- Capitolato generale di appalto lavori
- Capitolato speciale di appalto lavori
- Computo metrico con prezzi unitari

### FOGLI DI CALCOLO

- Calcolo del rischio di fulminazione
- Calcolo illuminotecnico per interni
- Calcolo rischio esplosione centrale termica
- Calcolo della potenza rifasante
- Calcolo di dimensionamento dei conduttori
- Computo metrico con prezzi unitari

### APPLICAZIONI

- **Applicazione CALCOLI ELETTRICI** (*solo per Smartphone Android 4.4.+*)  
Esegue i calcoli per determinare il rapporto fra le tensioni, le correnti e le potenze. Nei primi tre calcoli si potrà procedere alla valutazione della legge di Ohm, attraverso il calcolo dei rapporti fra tensione, corrente e resistenza, ricavando un valore in relazione agli altri due. Gli altri calcoli riguarderanno i rapporti fra potenza, tensione e corrente nei sistemi a corrente continua, a corrente alternata monofase e a corrente alternata trifase, tenendo conto per queste ultime due anche del valore del coefficiente di sfasamento.
- **Applicazione CORTO CIRCUITO** (*solo per Smartphone Android 4.4.+*)  
Esegue il calcolo per determinare il valore della corrente di cortocircuito a valle di una conduttura conoscendo il valore nel punto di origine della stessa. Il calcolo ha utilità ogni qualvolta sia necessario determinare la capacità di componenti, come i quadri elettrici e

gli interruttori automatici che lo compongono. La capacità elettrica di aprire la corrente di cortocircuito nel punto di installazione è una caratteristica prevalente che il componente dovrà avere (tale caratteristica determina anche il costo del componente). Il calcolo può essere eseguito valutando l'uso di diverse sezioni coerenti con la portata di corrente necessaria, così da determinare il risultato idoneo. Il calcolo può avere origine dal punto di consegna (contatore) in cui il valore della corrente di cortocircuito è nota (e indicata anche dall'App) determinando i valori della linea a valle. Possono anche essere calcolate più tratte consecutive, utilizzando il valore nel punto finale calcolato nella linea a monte, come valore di origine della linea a valle.

- **Applicazione RIFASAMENTO** (*solo per Smartphone Android 4.4.+*)  
Esegue i calcoli per determinare la potenza reattiva necessaria alla batteria di condensatori per rifasare l'impianto elettrico. Il calcolo sarà basato sui differenti valori del coefficiente di sfasamento, il primo determinato dai valori riscontrati o calcolati sull'impianto e il secondo sarà il valore del coefficiente di sfasamento a cui si vorrà giungere dopo il rifasamento. Determinata la batteria di rifasamento si potrà accedere ad un'altra maschera per calcolare la minima corrente di intervento dell'interruttore magnetotermico di protezione della linea di connessione del rifasatore. Il calcolo potrà essere applicato sia agli impianti monofase, sia a quelli trifase.

## LEGISLAZIONE

- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37
- Legge 7 agosto 2007, n. 123
- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462
- D.P.R. n. 462/2001 – Guida tecnica alla prima verifica degli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche e impianti di messa a terra

## NORMATIVA ANTINCENDIO

- D.P.R. 1 agosto 2011 (*Regolamento prevenzione incendi*)
- D.M. 22 febbraio 2006 (*Uffici*)
- D.M. 9 aprile 1994 – D.M. 6 ottobre 2003 (*Alberghi*)
- D.M. 1 febbraio 1986 (*Autorimesse*)
- D.M. 22 novembre 2002 (*Parcamento veicoli GPL*)
- D.M. 19 agosto 1996 – D.M. 6 marzo 2001 (*Locali di pubblico spettacolo*)
- D.M. 26 agosto 1992 (*Scuole*)
- D.M. 16 maggio 1987 (*Edifici di civile abitazione*)
- D.M. 13 luglio 2011 (*Generatori*)
- D.M. 15 luglio 2014 (*Macchine elettriche*)
- D.M. 12 aprile 1996 (*Impianti termici a gas*)
- Nota DCPREV, prot. 1324 del 7/02/2012 (*Impianti fotovoltaici*)

## GRAFICA PER CAD (*solo per utenti MS Windows o Macintosh con emulatore PC*)

- Simbologia impianti elettrici
- Schema quadri elettrici

## PROGETTO ESEMPIO

- Calcolo illuminotecnico emergenza
- Calcolo illuminotecnico ufficio
- Calcolo illuminotecnico
- Calcolo impianto di terra
- Cavetteria
- Curve selettività
- Dati completi utenza
- Dati completi utenza 1
- Dati completi utenza 2
- Disegno elettrico assonometrico
- Disegno elettrico di massima
- Disegno elettrico (*solo per utenti MS Windows o Macintosh con emulatore PC*)
- Fornitura
- Particolari (*solo per utenti MS Windows o Macintosh con emulatore PC*)
- Potenze impianto
- Riepilogo costi
- Schema a blocchi
- Schema elettrico (*solo per utenti MS Windows o Macintosh con emulatore PC*)
- Schema elettrico 1, Schema elettrico 2, Schema elettrico 3, Schema elettrico 4
- Verifiche

### 19.1. Requisiti hardware e software

#### 19.1.1. Utenti software Desktop

- Processore da 2.00 GHz
- MS Windows Vista/7/8/10  
(*è necessario disporre dei privilegi di amministratore*)
- MS .Net Framework 4+
- 250 MB liberi sull'HDD
- 2 GB di RAM
- MS Office 2007+
- Adobe Reader 11+
- Editor o reader di file DWG
- Accesso ad internet e browser web

#### 19.1.2. Applicazioni Smartphone Android

- Smartphone con Sistema Operativo Android 4.4+

#### 19.1.3. Utenti WebApp

- Qualsiasi piattaforma/dispositivo con Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android
- Editor o reader di file DWG



- MS Office 2007+
- Adobe Reader 11+
- Accesso ad internet e browser web con Javascript attivo

## 19.2. Richiesta della password di attivazione del software

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

**[http://www.grafill.it/pass/985\\_7.php](http://www.grafill.it/pass/985_7.php)**

- 2) Inserire i codici “A” e “B” (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [**Continua**]
- 3) **Per utenti registrati** su [www.grafill.it](http://www.grafill.it): inserire i dati di accesso e cliccare [**Accedi**], accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**]
- 4) **Per utenti non registrati** su [www.grafill.it](http://www.grafill.it): cliccare su [**Iscriviti**], compilare il form di registrazione e cliccare [**Iscriviti**], accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**]
- 5) Un **link per il download del software** e la **password di attivazione** saranno inviati all’indirizzo e-mail inserito nel form di registrazione

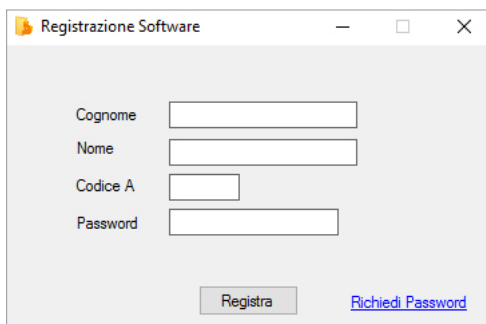
## 19.3. Installazione ed attivazione del software Desktop (utenti MS Windows)

- 1) Scaricare il setup del software (file \*.exe) cliccando sul link ricevuto per e-mail
- 2) Installare il software facendo doppio-click sul file **88-8207-986-4.exe**
- 3) Avviare il software:

Per utenti MS Windows Vista/7/8: [**Start**] > [**Tutti i programmi**] > [**Grafill**]  
> [**Progettare l’impianto elettrico III Ed**] (cartella)  
> [**Progettare l’impianto elettrico III Ed**] (icona di avvio)

Per utenti MS Windows 10: [**Start**] > [**Tutte le app**] > [**Grafill**]  
> [**Progettare l’impianto elettrico III Ed**] (icona di avvio)

- 4) Compilare la maschera *Registrazione Software* e cliccare su [**Registra**]



Registrazione Software

Cognome

Nome

Codice A

Password

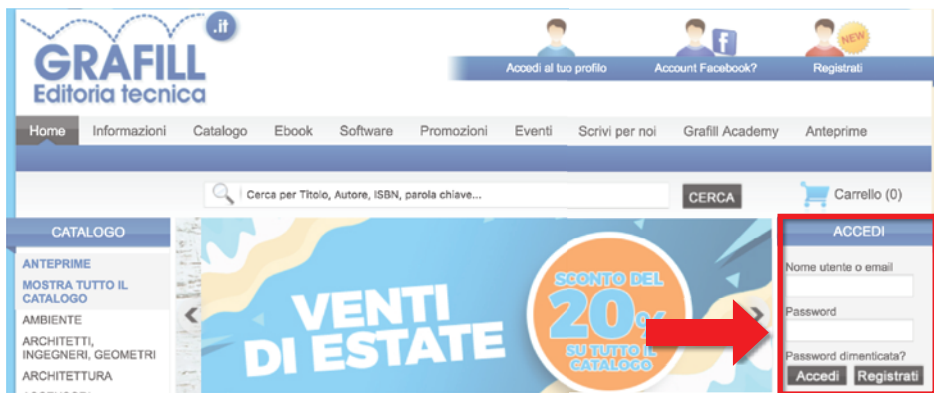
[Richiedi Password](#)

- 5) Dalla finestra *Starter* del software sarà possibile accedere ai documenti disponibili

## 19.4. Utilizzo della WebApp

Per l'utilizzo della WebApp svolgere la seguente procedura:

- 1) Registrare il prodotto e richiedere la password di attivazione con le modalità prescritte al § 19.2
- 2) Accedere al profilo utente su **www.grafill.it** (gli utenti non sono in possesso di un profilo su **www.grafill.it** possono crearne uno con le modalità prescritte al § 19.2)



- 3) Cliccare il pulsante [G-CLOUD]



- 4) In corrispondenza del prodotto acquistato cliccare il pulsante [Vai alla WebApp]

