

# INDICE GENERALE

<b>UNITÀ DI MISURA</b>	<b>A</b>
Il sistema di misura internazionale SI .....	A-1
Norme ortografiche per l'uso delle unità di misura .....	A-1
Multipli e sottomultipli delle unità di misura .....	A-2
Grandezze e unità del Sistema Internazionale .....	A-3
Fattori di conversione di alcune unità di misura non appartenenti al sistema SI .....	A-8
Unità di misura inglesi e fattori di conversione .....	A-9
Misure lineari .....	A-9
Misure di superficie .....	A-9
Misure di peso .....	A-10
Misure di volume e di capacità .....	A-10
<b>MATEMATICA</b>	<b>B</b>
Alfabeto greco .....	B-1
Principali segni matematici .....	B-1
Proporzioni .....	B-2
Percentuali .....	B-2
Potenze e radici .....	B-3
Funzioni trigonometriche .....	B-4
Generalità .....	B-4
Relazioni fondamentali tra le funzioni trigonometriche .....	B-6
Addizione e sottrazione di funzioni trigonometriche .....	B-6
Tabelle trigonometriche .....	B-6
Valori delle funzioni trigonometriche .....	B-8
Diagrammi .....	B-7
Rappresentazione grafica delle funzioni .....	B-7
Scelta delle scale .....	B-10
Vettori .....	B-10
Rappresentazione grafica dei vettori .....	B-10
Rappresentazione cartesiana .....	B-11
Rappresentazione simbolica dei vettori .....	B-12
Rappresentazione dei vettori mediante coordinate polari .....	B-13
Operazioni con i vettori .....	B-14
<b>PRINCIPI FONDAMENTALI DI ELETTROTECNICA</b>	<b>C</b>
Correnti continue ed alternate .....	C-1
Rapporto di fase .....	C-2
Tensioni monofasi e trifasi .....	C-2
Resistenza, reattanza, impedenza .....	C-3
Resistenza .....	C-3
Conduttanza .....	C-4

Reattanza induttiva e capacitiva .....	C-4
Resistività e coefficiente di temperatura di alcuni conduttori ..	C-5
Impedenza ed ammettenza .....	C-6
Legge di Ohm .....	C-6
Sovracorrenti .....	C-8
Potenza e energia .....	C-8
Circuiti a corrente continua .....	C-8
Circuiti a corrente alternata .....	C-8
Potenza complessiva di un circuito .....	C-10
Effetto Joule .....	C-10
Energia specifica (integrale di Joule) .....	C-10
Utilizzatori in serie .....	C-11
Utilizzatori in parallelo .....	C-12

## MISURE ELETTRICHE

**D**

Classificazione degli strumenti .....	D-1
Identificazione degli strumenti .....	D-2
Segni grafici e schemi d'inserzione .....	D-3
Classe di precisione .....	D-4
Trasformatori di misura .....	D-4
Errore di rapporto e di angolo .....	D-5
Prestazione .....	D-5
Caratteristiche normalizzate dei trasformatori di misura ....	D-7
Misura dell'energia .....	D-8
Misura delle tensioni e delle correnti .....	D-8
Misura della potenza .....	D-9
Misura della potenza attiva .....	D-9
Misura della potenza reattiva e del $\cos \varphi$ .....	D-10
Misura della potenza mediante TA e TV .....	D-11

## SEGNI GRAFICI PER SCHEMI

**E**

## NORME, LEGGI, DECRETI, CIRCOLARI RELATIVE AGLI IMPIANTI ELETTRICI

**F**

<b>Leggi, decreti e circolari</b> .....	F-1
Decreto ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 .....	F-13
Legge 46/90 (articoli non abrogati) .....	F-23
Sintesi dei mutamenti apportati dal DM 22/1/2008, n. 37 alla precedente legislazione .....	F-24
Modello di Dichiarazione di conformità alla regola dell'arte ....	F-26
<b>Norme CEI</b> .....	F-28
Applicazione delle norme e testi di carattere generale .....	F-28
Terminologia, grandezze e unità .....	F-28
Segni grafici .....	F-29
Contrassegni dei terminali e altre identificazioni .....	F-30
Impianti elettrici ad alta tensione .....	F-30
Impianti di bassa tensione .....	F-31
Lavori elettrici sotto tensione .....	F-33

Involucro di protezione .....	F-33
Macchine rotanti.....	F-33
Trasformatori .....	F-34
Grossa apparecchiatura .....	F-34
Cavi per energia .....	F-36
Accumulatori e pile.....	F-39
Apparecchiature a bassa tensione .....	F-40
Materiali antideflagranti .....	F-43
Fusibili.....	F-44
Condensatori.....	F-44
Lampade e relative apparecchiature .....	F-45
Scaricatori .....	F-46
Trasformatori di misura .....	F-46
Equipaggiamento elettrico delle macchine industriali.....	F-47
Apparecchiature elettriche per uso medico .....	F-48
Sistemi di rilevamento e segnalazione per intrusione, furto, sabotaggio e aggressione.....	F-48
Protezione contro i fulmini.....	F-49
Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare .....	F-50
Trasformatori di sicurezza ed isolamento .....	F-50
Distribuzione segnali TV .....	F-51
Sistemi BUS per edifici .....	F-51

## MACCHINE ELETTRICHE

## G

Caratteristiche nominali di funzionamento .....	G-1
Sovratemperature ammissibili .....	G-1
Tipi di servizio .....	G-1
<b>Motori elettrici</b> .....	G-2
Criteri di scelta .....	G-2
Motori in corrente alternata .....	G-2
Grado di protezione dell'involucro .....	G-2
Classificazione dei motori in relazione al funzionamento .....	G-3
Metodi di raffreddamento .....	G-3
Forma costruttiva .....	G-4
Principali forme costruttive dei motori ad asse orizzontale....	G-5
Principali forme costruttive dei motori ad asse verticale .....	G-6
Motori asincroni trifasi .....	G-7
Grandezze caratteristiche dei motori ad induzione .....	G-7
Unificazione dei motori.....	G-12
Influenza della temperatura del mezzo refrigerante e dell'altitudine sulla potenza dei motori.....	G-12
Variazione approssimativa del fattore di potenza al variare del carico .....	G-12
Tipi di servizio .....	G-13
Avviamento dei motori asincroni trifasi .....	G-14
Apparecchiature di manovra e protezione.....	G-17
Collegamento alla morsettiera del motore .....	G-17
Raffronto fra i sistemi di avviamento .....	G-18

Schemi di avviamento a tensione ridotta .....	G-20
Schemi di comando dei motori .....	G-21
Funzionamento monofase di un motore asincrono trifase ....	G-24
Motori monofasi ad induzione .....	G-25
Ordini di grandezza di alcuni motori monofasi a condensatore .....	G-26
Motori a corrente continua .....	G-27
Caratteristiche dei motori in corrente continua .....	G-28
Schemi per l'avviamento e la regolazione di velocità .....	G-29
Avviamento del motore e regolazione di velocità .....	G-30
Inversione del senso di rotazione .....	G-30
Motore brushless .....	G-31
Configurazione del convertitore di potenza .....	G-32
<b>Trasformatori</b> .....	G-33
Generalità .....	G-33
Classificazione dei trasformatori .....	G-33
Classificazione in base al tipo di impiego .....	G-33
Classificazione dei trasformatori in relazione al sistema di raffreddamento .....	G-34
Designazione dei sistemi di raffreddamento .....	G-35
Principali grandezze nominali dei trasformatori .....	G-36
Criteri per la scelta del trasformatore .....	G-37
Caratteristiche dei trasformatori in olio unificati .....	G-39
Tensioni nominali e massime .....	G-39
Livelli di isolamento .....	G-39
Perdite a vuoto e a carico .....	G-40
Dimensioni massime dei trasformatori unificati .....	G-41
Trasformatori in resine epossidiche .....	G-41
Caratteristiche dimensionali ed elettriche .....	G-42
Parallelo dei trasformatori .....	G-42

## DISPOSITIVI DI MANOVRA PROTEZIONE E REGOLAZIONE

**H**

<b>Fusibili</b> .....	H-1
Generalità .....	H-1
Grandezze caratteristiche dei fusibili .....	H-2
Applicazioni tipiche dei fusibili .....	H-6
<b>Interruttori automatici</b> .....	H-7
Generalità .....	H-7
Sganciatori .....	H-8
Principali grandezze nominali degli interruttori .....	H-8
Interruttori per usi domestici e similari .....	H-8
Interruttori per uso industriale .....	H-12
Comando a distanza .....	H-14
Interruttori limitatori .....	H-14
Coordinamento degli interruttori .....	H-15
Funzionamento degli interruttori automatici in c.c. ....	H-16

<b>Interruttori differenziali</b> .....	H-18
Generalità .....	H-18
Classificazione degli interruttori differenziali .....	H-20
Parametri caratteristici dei dispositivi differenziali .....	H-20
Differenziali puri .....	H-20
Differenziali magnetotermici per uso domestico e similare .....	H-23
Interruttori differenziali per uso industriale .....	H-24
Relè differenziale (da associare ad interruttori per uso industriale) .....	H-24
Osservazioni sull'impiego dei differenziali .....	H-25
<b>Protezione di sostegno (o di back-up)</b> .....	H-26
<b>Selettività delle protezioni</b> .....	H-28
Selettività tra interruttori automatici .....	H-28
Selettività amperometrica .....	H-28
Selettività cronometrica .....	H-29
Selettività logica .....	H-29
Selettività fra fusibili .....	H-31
Selettività tra fusibili e interruttori automatici .....	H-31
Selettività tra interruttori differenziali .....	H-32
Regole per realizzare la selettività .....	H-33
<b>Interruttori di manovra</b> .....	H-35
Generalità .....	H-35
Grandezze caratteristiche .....	H-35
Coordinamento con il dispositivo di protezione .....	H-38
<b>Contattori</b> .....	H-39
Generalità .....	H-39
Criteri costruttivi .....	H-39
Parametri essenziali del contattore .....	H-43
Dati da indicare per l'acquisto di un contattore .....	H-46
Individuazione dei terminali dei contattori .....	H-47
Il relè termico .....	H-47
Caratteristica d'intervento del relè .....	H-49
Relè elettronici .....	H-50
Coordinamento tra contattore, relè termico e protezione contro i cortocircuiti .....	H-51
Scelta del relè termico .....	H-51
Scelta del dispositivo di protezione contro il cortocircuito .....	H-53
Coordinamento con il contattore .....	H-54
Avvertenze .....	H-54
Verifica della conduttura .....	H-56
Contattori per usi domestici e similari .....	H-56
Contattori statici a semiconduttori .....	H-57
Caratteristiche dei contattori statici .....	H-58
Limiti all'impiego dei contattori statici .....	H-58
Avviatori .....	H-58
Avviatore diretto .....	H-59
Avviatore stella-triangolo .....	H-59

Apparecchi integrati di manovra e protezione .....	H-60
<b>Regolatori di tensione</b> .....	H-61
Generalità .....	H-61
Regolatori a controllo di fase .....	H-61
Comando a potenziometro .....	H-63
Comando a pulsante e sensoriale .....	H-64
Comandi a raggi infrarossi o a onde radio .....	H-66
Comando e regolazione di sale conferenza, cinema e teatri .....	H-66
Variatori ad onda sinusoidale .....	H-67
Norme per l'installazione e l'esercizio .....	H-68
Regole di protezione .....	H-69

## CONDUTTURE

## I

<b>Cavi</b> .....	I-1
Caratteristiche costruttive .....	I-1
Caratteristiche degli isolanti .....	I-3
Tensione nominale dei cavi .....	I-4
Colori distintivi dei conduttori .....	I-5
Designazione dei cavi .....	I-7
Contrassegni di conformità alle Norme .....	I-14
<b>Tubi protettivi e canali</b> .....	I-15
Tubi protettivi .....	I-15
Codice di classificazione .....	I-15
Dimensioni e caratteristiche dei tubi protettivi .....	I-18
Diametro dei tubi protettivi in base a sezione e numero dei conduttori .....	I-19
Canali portacavi e portapparecchi .....	I-21
Messa a terra dei canali metallici .....	I-22
Canali in vetroresina .....	I-22
Dimensionamento dei canali .....	I-23
Passerelle .....	I-24
<b>Scelta e posa delle condutture</b> .....	I-25
Condizioni dell'ambiente di installazione .....	I-25
Temperatura .....	I-25
Presenza di acqua .....	I-25
Sostanze corrosive ed inquinanti .....	I-26
Sollecitazioni meccaniche .....	I-26
Presenza di flora, muffa, fauna .....	I-26
La posa dei cavi .....	I-27
Posa senza fissaggio .....	I-27
Posa interrata .....	I-27
Posa diretta a parete .....	I-28
Posa in tubo .....	I-28
Posa in canale .....	I-30
Posa entro tubi non circolari .....	I-31
Posa su passerella .....	I-31
Posa su fune d'acciaio .....	I-31

Tipi di posa dei cavi .....	I-32
Avvertenze da osservare nella scelta e posa dei cavi .....	I-36
Protezione contro i contatti indiretti .....	I-37
Giunzioni .....	I-38
Condutture di Classe II equivalente .....	I-39
<b>Dimensionamento delle condutture .....</b>	<b>I-40</b>
Procedura per il dimensionamento .....	I-40
Scelta del tipo di cavo in relazione all'ambiente di installazione .....	I-40
Definizione della tensione nominale del cavo .....	I-40
Caratteristiche minime dei cavi .....	I-41
Portata dei cavi .....	I-42
Verifica termica dei cavi in fascio aventi sezioni non simili ..	I-53
Portata dei cavi in relazione ai sovraccarichi .....	I-56
Cavi in parallelo.....	I-56
Portata dei cavi interrati.....	I-57
Sezioni minime dei cavi.....	I-61
Portata delle sbarre.....	I-62
Verifica della caduta di tensione .....	I-63
Scelta del dispositivo di protezione .....	I-66
Protezione contro i sovraccarichi .....	I-67
Protezione contro il solo cortocircuito .....	I-71
Protezione congiunta contro sovraccarico e cortocircuito .....	I-74
Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti .....	I-75
Verifica delle sollecitazioni elettrodinamiche .....	I-76

## **QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE**

## **L**

Normativa .....	L-1
Sistema di quadri .....	L-3
Principali tipi di quadri .....	L-3
Quadri in kit di montaggio .....	L-6
Accessibilità dei componenti.....	L-6
Costruttore del quadro .....	L-7
Verifiche di progetto .....	L-9
Caratteristiche elettriche nominali .....	L-9
Gradi di protezione del quadro.....	L-13
Verifica della sovratemperatura all'interno del quadro .....	L-15
Verifica mediante prove .....	L-15
Verifica per derivazione da un quadro cablato provato.....	L-15
Verifica delle sovratemperature per mezzo di calcoli .....	L-17
Verifica di tenuta al corto circuito .....	L-18
Corrente di cortocircuito e idoneità del quadro all'impianto ..	L-19
Verifica delle caratteristiche dielettriche .....	L-21
Prova di tenuta dielettrica a frequenza industriale .....	L-21
Prova di tenuta dielettrica all'impulso di tensione .....	L-22
Protezione contro i contatti diretti.....	L-22
Protezione dei quadri contro i contatti indiretti .....	L-23
Protezione basata sul circuito di protezione .....	L-24

Isolamento in classe II .....	L-27
Sostituibilità dei componenti presenti nel quadro .....	L-28
Targa del quadro .....	L-28
Documentazione tecnica di supporto .....	L-29
Verifiche individuali .....	L-29
Criteri pratici per la realizzazione del quadro .....	L-30
Quadri per uso domestico e similare .....	L-31
Definizioni .....	L-31
Targa di identificazione.....	L-33
Impiego di involucri conformi alla norma .....	L-33
Quadri monofasi con corrente nominale $I_{nq} \leq 32$ A .....	L-34
Quadri con corrente nominale $I_{nq} \leq 125$ A .....	L-34
Esempio 1.....	L-34
Esempio 2.....	L-36
Documentazione da allegare al quadro .....	L-37
Quadri ASD .....	L-37
Quadri ASC per cantieri.....	L-38

## **IMPIANTI ELETTRICI: PRESCRIZIONI GENERALI** **M**

<b>Classificazioni e definizioni</b> .....	M-1
Natura e numero dei conduttori .....	M-2
Sistemi di conduttori attivi .....	M-2
Classificazione dei sistemi elettrici in relazione al loro modo di collegamento a terra .....	M-3
Classificazione dei sistemi elettrici in relazione alla tensione ..	M-5
Gradi di protezione degli involucri .....	M-8
Protezione meccanica contro gli urti (codice IK) .....	M-11
Classificazione dei componenti elettrici .....	M-12
Principali definizioni relative agli impianti .....	M-13
<b>Sezionamento e comando</b> .....	M-16
Sezionamento .....	M-16
Interruzione per manutenzione non elettrica .....	M-18
Comando ed arresto d'emergenza .....	M-18
Comando funzionale .....	M-19
Suddivisione dell'impianto .....	M-20
<b>Protezione contro i contatti diretti</b> .....	M-21
Isolamento .....	M-21
Involucri e barriere .....	M-21
Ostacoli e distanziamento .....	M-22
Protezione aggiuntiva mediante differenziali .....	M-22
Protezione per limitazione della corrente .....	M-23
Protezione per limitazione della carica elettrica .....	M-23
<b>Protezione contro i contatti indiretti</b> .....	M-24
Interruzione automatica dell'alimentazione .....	M-24
Collegamento equipotenziale connesso a terra .....	M-25
Sistema TT .....	M-25
Sistema TN .....	M-27

Sistemi IT .....	M-33
Protezione senza interruzione automatica .....	M-36
Impiego di componenti di Classe II o con isolamento equivalente .....	M-36
Protezione per separazione elettrica .....	M-38
Protezione per mezzo di luoghi non conduttori .....	M-40
Protezione per equipotenzializzazione del locale non connesso a terra .....	M-42
<b>Protezione dai contatti diretti e indiretti .....</b>	<b>M-43</b>
Sistemi SELV e PELV .....	M-43
<b>Protezione differenziale .....</b>	<b>M-47</b>
<b>Protezione contro gli effetti termici .....</b>	<b>M-49</b>
Protezione contro gli incendi .....	M-49
Protezione contro le ustioni .....	M-51
<b>Sistema FELV .....</b>	<b>M-52</b>
Fonte di energia .....	M-52
Parti attive .....	M-52
Protezione contro i contatti indiretti .....	M-52
Prese a spina .....	M-52
Protezione contro i contatti diretti .....	M-53
Separazione degli altri circuiti .....	M-53
<b>Scelta e installazione delle apparecchiature elettriche .....</b>	<b>M-54</b>
<b>Determinazione della corrente di corto circuito negli impianti BT .....</b>	<b>M-56</b>
Generalità .....	M-56
Determinazione del valore di I <sub>cc</sub> negli impianti con cabina propria (sistema TN) .....	M-60
Formule per il calcolo della corrente di cortocircuito in un dato punto della linea .....	M-70
Metodo approssimato per il calcolo della corrente di cortocircuito minima .....	M-71

## **IMPIANTO DI TERRA**

**N**

Generalità .....	N-1
Elementi fondamentali di un impianto di terra .....	N-1
Dispersore .....	N-2
Dimensioni minime degli elementi del dispersore .....	N-3
Valutazione della resistenza del dispersore .....	N-3
Conduttori di terra .....	N-5
Collettore o nodo principale di terra .....	N-7
Conduttore di protezione (PE) .....	N-8
Dimensionamento del conduttore di protezione .....	N-9
Elementi da collegare con i conduttori di protezione .....	N-12
Conduttore di protezione + neutro (PEN) .....	N-12
Conduttori equipotenziali .....	N-13
Colori distintivi dei conduttori .....	N-16

Messa a terra degli scaricatori .....	N-16
Omologazione dell'impianto di terra .....	N-17
Obbligo della denuncia .....	N-17
Disposizioni per la denuncia .....	N-17

## **IMPIANTI DI RIFASAMENTO**

**O**

Generalità .....	O-1
Determinazione del fattore di potenza medio .....	O-2
Mediante le fatture dell'ente distributore .....	O-3
Mediante misure .....	O-3
Calcolo della potenza rifasante .....	O-4
Tipi di rifasamento .....	O-5
Rifasamento distribuito .....	O-7
Rifasamento per gruppi .....	O-8
Rifasamento centralizzato .....	O-9
Rifasamento misto .....	O-9
I condensatori per rifasamento .....	O-11
Installazione dei condensatori .....	O-12
Dispositivi di manovra e protezione .....	O-12
Resistenze di scarica .....	O-15
Esempi di inserzione dei condensatori .....	O-17
Batteria di rifasamento con resistenze per scarica rapida ...	O-17
Batteria di rifasamento con resistenze per inserzione a tensione ridotta e resistenze per scarica rapida .....	O-17
Rifasamento distribuito per motori .....	O-18
Rifasamento delle lampade a scarica .....	O-19
Manutenzione .....	O-19
Automazione degli impianti di rifasamento .....	O-19
Rifasamento in presenza di armoniche .....	O-23

## **IMPIANTI DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI**

**P**

Generalità .....	P-1
Identificazione e stima dei rischi .....	P-2
Determinazione del numero di eventi pericolosi (N) .....	P-3
Suddivisione di una struttura in zone .....	P-4
Confronto tra rischio stimato e rischio ammesso .....	P-5
Scelta delle misure di protezione .....	P-5
Impianto di protezione esterno (LPS) .....	P-6
Organi di captazione .....	P-9
Posizionamento degli organi di captazione .....	P-9
Tipi di organi di captazione .....	P-13
Dimensioni minime degli organi di captazione .....	P-14
Organi di discesa o calate .....	P-14
Calate normali .....	P-15
Dimensioni minime delle calate .....	P-18
Organi naturali di discesa .....	P-18
Ancoraggi e giunzioni .....	P-19
Sistema di dispersori .....	P-20

Dispersore di tipo A .....	P-20
Dispersore di tipo B .....	P-22
Caratteristiche e dimensioni minime del dispersore .....	P-22
Protezione contro le tensioni di contatto e di passo .....	P-23
Impianto di protezione interno .....	P-25
Equipotenzializzazione dei corpi metallici e degli impianti interni al volume da proteggere .....	P-25
Equipotenzializzazione dei corpi metallici e delle linee entranti nella struttura .....	P-28
Equipotenzialità dei corpi metallici interrati .....	P-29
Isolamento elettrico dell'LPS esterno .....	P-29
Ripartizione della corrente tra le calate .....	P-29
Protezione dalle sovratensioni di apparecchiature .....	P-30
Manutenzione ed ispezione di un LPS .....	P-32
Obbligo del progetto .....	P-33
Denuncia delle installazioni dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche .....	P-33

## LIMITATORI DI SOVRATENSIONE (SPD)

**Q**

Generalità .....	Q-1
Classificazione degli SPD .....	Q-2
Parametri elettrici dell'SPD .....	Q-2
Vita utile degli SPD .....	Q-7
Tipi di SPD .....	Q-8
SPD a commutazione .....	Q-9
SPD a limitazione di tensione .....	Q-9
Confronto tra i due tipi di SPD .....	Q-9
SPD combinati .....	Q-10
SPD combinati a due porte.....	Q-11
Protezione degli SPD dalle sovracorrenti e guasti .....	Q-11
Criteri di installazione degli SPD .....	Q-12
Conduttori di collegamento .....	Q-13
Distanza dall'utenza .....	Q-14
Presenza di più linee in ingresso .....	Q-14
Vano d'installazione .....	Q-14
Coordinamento tra SPD collegati in cascata .....	Q-15
Interazione tra SPD e dispositivi differenziali .....	Q-17
SPD a valle .....	Q-17
SPD a monte .....	Q-18
Protezione degli apparecchi utilizzatori con SPD .....	Q-18

## IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

**R**

La luce .....	R-1
Il colore .....	R-2
Grandezze fotometriche .....	R-4
Sorgenti luminose .....	R-6
Parametri per la scelta della lampada .....	R-11
Apparecchi di illuminazione .....	R-13

Curve fotometriche degli apparecchi di illuminazione .....	R-14
Classificazione degli apparecchi in base alla distribuzione del flusso luminoso .....	R-15
Sistemi di illuminazione .....	R-16
Classificazione degli apparecchi di illuminazione (secondo il loro modo di protezione contro i contatti indiretti) .....	R-17
Gradi di protezione degli apparecchi di illuminazione .....	R-17
Scelta ed installazione degli apparecchi di illuminazione ...	R-17
Requisiti per una buona illuminazione .....	R-19
Livello d'illuminamento .....	R-19
Uniformità di illuminamento .....	R-23
Equilibrio delle luminanze .....	R-24
Limitazione dell'abbagliamento .....	R-24
Illuminazione direzionale .....	R-25
Indice di resa cromatica e tonalità della luce .....	R-27
Fattore di manutenzione .....	R-27
Metodo di calcolo per illuminazione d'interni .....	R-27
Calcolo del flusso totale .....	R-29
Uniformità di illuminamento .....	R-32
Valori indicativi del numero di lampade fluorescenti per illuminazione degli ambienti civili .....	R-33
<b>Illuminazione a bassissima tensione</b> .....	R-34
Alimentazione .....	R-34
Protezione contro le sovracorrenti e l'incendio .....	R-34
Conduttori nudi .....	R-35
Sistemi di binario .....	R-35
Installazione .....	R-35
<b>Impianti di illuminazione situati all'esterno</b> .....	R-36
Identificazione .....	R-36
Prescrizioni generali .....	R-36
Prescrizioni per la sicurezza .....	R-36
Grado di protezione delle apparecchiature .....	R-37
Resistenza di isolamento .....	R-37
Prescrizioni per l'installazione dei pali di illuminazione .....	R-38
<b>Insegne luminose</b> .....	R-39
Alimentazione .....	R-39
Caratteristiche dei cavi di alta tensione e loro installazione ...	R-39
Connessioni di alta tensione .....	R-43
Supporti per tubi luminosi a scarica .....	R-44
Protezione contro i contatti diretti .....	R-44
Ausiliari .....	R-45
Dispositivi di protezione contro le correnti di dispersione e contro il circuito aperto .....	R-46
Protezione contro i contatti indiretti .....	R-48
Verifica e prova delle installazioni .....	R-48
Marcatura .....	R-49
Manutenzione .....	R-49

## SERVIZI DI SICUREZZA

**S**

<b>Prescrizioni generali</b> .....	S-1
Alimentazione di sicurezza e di riserva .....	S-1
Tipi di alimentazioni di sicurezza .....	S-1
Sorgenti di alimentazione dei servizi di sicurezza .....	S-2
Circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza .....	S-3
Caratteristiche dei componenti .....	S-4
<b>Illuminazione di sicurezza</b> .....	S-5
Gli apparecchi di illuminazione di sicurezza .....	S-10
Illuminamento e caratteristiche illuminotecniche .....	S-11
Uniformità del livello di illuminamento .....	S-13
Abbagliamento.....	S-13
Resa del colore .....	S-15
Autonomia .....	S-15
Collocazione degli apparecchi di illuminazione .....	S-15
Segnagradini .....	S-17
La segnaletica di sicurezza .....	S-17
Posizionamento dei segnali .....	S-19
<b>Tipi di impianti di sicurezza</b> .....	S-20
Modalità operative .....	S-20
Modo non permanente .....	S-20
Modo permanente .....	S-20
Modo di riposo .....	S-20
Modo di inibizione .....	S-21
Impianti con apparecchi autonomi o centralizzati .....	S-21
Impianti che utilizzano apparecchi di illuminazione autonomi .....	S-21
Batterie .....	S-22
Kit di trasformazione .....	S-22
Circuito di inibizione .....	S-23
Controllo centralizzato degli apparecchi autonomi .....	S-24
Impianti centralizzati con gruppi statici .....	S-25
Principali caratteristiche dell'impianto centralizzato .....	S-27
Tipi di accumulatori .....	S-32
Dimensionamento delle batterie .....	S-32
Autonomia .....	S-32
Installazione .....	S-33
Caratteristiche degli armadi per batterie .....	S-34
Caratteristiche dei circuiti .....	S-35
Impianti centralizzati con gruppi rotanti .....	S-35
Dimensionamento dei generatori .....	S-38
Collegamenti elettrici .....	S-38
Sistemi misti .....	S-40
<b>Manutenzione degli impianti di sicurezza</b> .....	S-41
Manutenzione periodica .....	S-41
Revisione .....	S-42
<b>Locali per batterie di accumulatori</b> .....	S-43
Caratteristiche dei locali .....	S-43

Ventilazione dei locali .....	S-44
Impianto elettrico dei locali .....	S-46
<b>Installazione dei gruppi elettrogeni .....</b>	<b>S-48</b>
Generalità .....	S-48
Locali per gruppi di potenza maggiore di 25 kW .....	S-48
Luoghi di installazione dei gruppi .....	S-48
Alimentazione dei motori .....	S-51
Sistema di scarico dei gas combusti .....	S-53
Arresto di emergenza .....	S-53
Mezzi di estinzione portatili .....	S-53

## **IMPIANTI IN AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO**

**T**

Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio .....	T-1
L'impianto elettrico, causa e veicolo d'incendio .....	T-4
I cavi e l'incendio .....	T-8
Classificazione dei cavi .....	T-10
Prescrizioni generali per gli impianti elettrici negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio .....	T-12
Prescrizioni riguardanti i componenti .....	T-12
Barriere tagliafiamma .....	T-14
Criteri per la scelta del tipo di conduttura .....	T-16
Prescrizioni per l'installazione delle condutture .....	T-27
Protezione delle condutture .....	T-28
Prescrizioni particolari da applicare in relazione al tipo di ambiente .....	T-32
Luoghi di tipo A .....	T-32
Luoghi di tipo B .....	T-32
Luoghi di tipo C .....	T-32
Appendice – Attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi .....	T-35

## **L'IMPIANTO ELETTRICO NEGLI EDIFICI RESIDENZIALI**

**U**

<b>Unità abitative .....</b>	<b>U-1</b>
Gruppo di misura .....	U-1
Il montante .....	U-2
Protezione dei montanti .....	U-2
Installazione del montante .....	U-5
Impianto dell'unità abitativa .....	U-6
Prestazioni funzionali .....	U-12
Centralino d'appartamento .....	U-12
Suddivisione dei circuiti .....	U-17
Circuito luce .....	U-17
Circuito prese a spina per elettrodomestici .....	U-18
Soccorritori domestici .....	U-18
Prescrizioni per la realizzazione dell'impianto .....	U-19
Alimentazione caldaia murale .....	U-25

Dotazioni da prevedere .....	U-25
Prescrizioni di sicurezza per il locale bagno-doccia .....	U-29
Zone di pericolosità .....	U-29
Criteri d'installazione .....	U-31
Collegamenti equipotenziali supplementari .....	U-32
Locali contenenti riscaldatori per saune .....	U-36
Impianto antenna TV .....	U-37
Impianto citofonico e videocitofono .....	U-38
Impianto telefonico .....	U-38
Impianti di comunicazione evoluti .....	U-39
Connessione alla rete telefonica tradizionale .....	U-39
Collegamento alle reti ISDN .....	U-39
Connessione alle reti ADSL .....	U-40
Servizi a larga banda in fibra ottica .....	U-40
Rete di comunicazione interna .....	U-40
Infrastrutture per il cablaggio .....	U-40
Materiali e componenti per il cablaggio .....	U-41
<b>Servizi condominiali</b> .....	U-43
Origine dell'impianto .....	U-43
Interruttore generale .....	U-43
Quadri elettrici .....	U-44
Protezione dei circuiti .....	U-44
Protezione dalle sovratensioni .....	U-44
Rifasamento .....	U-45
Illuminazione atrio e scale .....	U-45
Tipi di impianti .....	U-46
Illuminazione di sicurezza .....	U-50
Criteri generali di installazione .....	U-50
Alimentazione prese di servizio .....	U-51
Impianto elettrico nei locali cantina .....	U-51
Illuminazione dei giardini .....	U-52
Impianto citofonico e videocitofonico .....	U-53
Dimensionamento e posa dei conduttori .....	U-53
Alimentazione dell'impianto .....	U-54
Impianti con chiamata codificata .....	U-54
Impianti videocitofonici .....	U-55
Videocitofoni a due fili .....	U-55
Impianti di antenna TV .....	U-55
Antenne .....	U-56
Centralino .....	U-56
La rete di distribuzione .....	U-56
Televisione digitale terrestre .....	U-57
Televisione da satellite .....	U-59
Messa a terra e collegamenti equipotenziali .....	U-62
Protezione contro i fulmini dell'impianto di antenna .....	U-63
Impianto telefonico .....	U-64
Allacciamento alla rete telefonica esterna .....	U-65
Montante .....	U-65
Impianto elettrico dell'ascensore .....	U-66

Alimentazione .....	U-66
Locale macchine .....	U-67
Illuminazione locale macchine e vano corsa .....	U-69
Prese di corrente .....	U-69
Osservazioni conclusive .....	U-69
<b>Prescrizioni per le centrali termiche .....</b>	<b>U-70</b>
Centrali termiche alimentate a gas .....	U-70
Centrali termiche con pericolo di esplosione .....	U-72
Le zone pericolose .....	U-73
Estensione delle zone pericolose .....	U-74
L'impianto elettrico in zone con pericolo di esplosione .....	U-75
Centrali termiche alimentate ad olio combustibile .....	U-76
<b>Prescrizioni per le autorimesse .....</b>	<b>U-79</b>
Pericolo di esplosione .....	U-80
Le autorimesse in relazione al pericolo d'incendio .....	U-80
Caratteristiche generali dell'impianto elettrico .....	U-81
Alimentazione dell'impianto .....	U-81
Illuminazione delle corsie di accesso ai box .....	U-81
Scelta ed installazione dei componenti .....	U-82
Impianto nei box .....	U-82
Autorimesse a maggior rischio di incendio .....	U-83
Comando di emergenza .....	U-84
<b>Impianti elettrici e barriere architettoniche.....</b>	<b>U-87</b>
<b>Dichiarazione di conformità per impianti in edifici</b>	
<b>residenziali.....</b>	<b>U-89</b>
Obbligo della dichiarazione di conformità .....	U-89
Obbligo della progettazione degli impianti .....	U-90
Come compilare la dichiarazione di conformità .....	U-90
Relazione con tipologie dei materiali utilizzati .....	U-91
Schema di impianto realizzato .....	U-92
Riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti .....	U-92
Copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico professionali .....	U-92
Destinatari della dichiarazione di conformità .....	U-93
Tipologie dei materiali utilizzati (esempio) .....	U-94
Schema dell'impianto (esempio) .....	U-97
 <b>LOCALI AD USO MEDICO, ESTETICO, VETERINARIO</b>	<b>V</b>
Generalità .....	V-1
Obbligo del progetto .....	V-1
Classificazione dei locali .....	V-2
Zona paziente .....	V-3
Misure di protezione contro i contatti indiretti .....	V-6
Locali di gruppo 0 .....	V-6
Locali di gruppo 1 .....	V-6
Locali di gruppo 2 .....	V-6
Applicazione delle misure di protezione .....	V-7

Protezione mediante interruzione automatica del circuito	... V-7
Collegamento equipotenziale	..... V-8
Masse estranee	..... V-9
Il sistema IT-M	..... V-12
Protezione mediante bassissima tensione (SELV e PELV)	... V-14
Quadri elettrici	..... V-14
Criteri d'installazione	..... V-15
Locali di gruppo 2	..... V-15
Locali di gruppo 1	..... V-16
Alimentazione di apparecchi radiologici o similari	..... V-16
Selettività delle protezioni	..... V-17
Alimentazione dei servizi di sicurezza	..... V-18
Verifiche	..... V-21
<b>Locali ad uso estetico</b>	..... V-22
Individuazione dei locali ad uso estetico	..... V-23
Prescrizioni di sicurezza	..... V-22
Quadro generale	..... V-23
Impianto forza motrice	..... V-23
Equipotenzializzazione	..... V-23
Illuminazione di sicurezza	..... V-23
<b>Locali ad uso veterinario</b>	..... V-25
Campo di applicabilità delle norme ai locali veterinari	..... V-25
Rischio elettrico	..... V-25
Criteri di dimensionamento e protezione dell'impianto elettrico	..... V-26
Quadro di distribuzione	..... V-26
Protezione contro i contatti elettrici	..... V-28
Rischio di esplosione in locali di gruppo 1	..... V-28
Il sistema IT-M nei locali veterinari	..... V-28
Impianto di terra	..... V-28
Alimentazione dei servizi di sicurezza	..... V-28
Verifiche nei locali veterinari	..... V-29

## **IMPIANTI ANTIEFFRAZIONE – ANTIINTRUSIONE**

**W**

Normativa	..... W-1
Elementi del sistema antieffrazione – antiintrusione	..... W-2
Caratteristiche generali delle apparecchiature	..... W-3
Protezione degli involucri	..... W-3
Dati di targa e documentazione tecnica	..... W-3
Morsettiere	..... W-4
Livelli di prestazione delle apparecchiature	..... W-4
Generalità sui rivelatori	..... W-5
Circuito a corrente di riposo, circuito a corrente di lavoro e linea di guardia	..... W-8
Rivelatori per la protezione perimetrale interna	..... W-9
Rivelatori a contatto elettromeccanico	..... W-9
Rivelatori a contatto magnetico	..... W-9
Rivelatori a contatto di mercurio	..... W-10

Rivelatori a pressione o tappeti sensibili .....	W-11
Rivelatori a filo .....	W-11
Rivelatore ad asta .....	W-11
Rivelatori per protezione di superfici.....	W-12
Rivelatori a barriera di raggi infrarossi attivi.....	W-12
Rivelatori per protezione volumetrica .....	W-13
Rivelatori volumetrici a microonde .....	W-13
Rivelatori a ultrasuoni .....	W-14
Rivelatori ad infrarossi passivi.....	W-14
Rivelatori combinati .....	W-16
Protezione da manomissione .....	W-16
Centrale .....	W-17
Parzializzazione.....	W-19
Collegamento tra centrale, rivelatori, sirena, combinatori....	W-19
Organi di comando .....	W-20
Dispositivi di segnalazione acustico luminosa .....	W-21
Requisiti ed esecuzione delle interconnessioni .....	W-22
Alimentazione dalla rete di distribuzione .....	W-22
Conduttori a bassissima tensione .....	W-22
Posa dei cavi .....	W-23
Cadute di tensione.....	W-23
Determinazione del livello di prestazione delle connessioni....	W-24
Criteri di progetto dell'impianto antieffrazione e	
antiintrusione .....	W-24
Fasi che concorrono allo sviluppo del progetto .....	W-24
Determinazione delle zone da proteggere .....	W-24
Livello di prestazione richiesto all'impianto .....	W-24
Scelta e ubicazione della centrale e degli organi di comando ..	W-27
Ubicazione e regolazione dei dispositivi di allarme acustici	
e luminosi.....	W-27
Verifica del livello di prestazione di un impianto .....	W-27

## **CABLAGGIO STRUTTURATO**

**X**

Generalità .....	X-1
Normativa .....	X-2
Struttura e topologia del sistema di cablaggio.....	X-2
Canali e collegamenti .....	X-4
Prestazioni dei collegamenti permanenti e canali.....	X-6
Canali e collegamenti permanenti in rame .....	X-6
Canali e collegamenti permanenti in fibra ottica.....	X-8
Indirizzi e protocolli.....	X-9
Principali componenti del cablaggio strutturato .....	X-10
Cavi bilanciati in rame .....	X-10
Cavi a fibre ottiche.....	X-12
Quadri.....	X-13
Pannelli di permutazione.....	X-14
Connettori.....	X-14
Prese utente nella postazione di lavoro .....	X-17
Collegamenti wireless .....	X-17

Installazione del sistema di cablaggio .....	X-17
Infrastrutture per il cablaggio.....	X-17
Requisiti di sicurezza .....	X-17
Sistema equipotenziale di terra .....	X-18
Criteri di posa dei cavi .....	X-18
Certificazioni del cablaggio .....	X-20
Documentazione.....	X-21

## GLI IMPIANTI DOMOTICI

**Y**

La tecnologia BUS .....	Y-1
Lo standard KNX .....	Y-2
Campi di applicazioni della tecnologia BUS .....	Y-3
Mezzi per la trasmissione dei segnali .....	Y-3
Cavi in rame .....	Y-3
Onde convogliate .....	Y-3
Onde radio .....	Y-3
L'impianto domotico cablato .....	Y-3
Topologia della rete .....	Y-3
Telegramma KNX .....	Y-7
Dispositivi della rete KNX .....	Y-8
Installazione dell'impianto domotico .....	Y-8
Posa dei tubi protettivi .....	Y-9
Spazi installativi.....	Y-9
Criteri installativi dell'impianto domotico .....	Y-11
Modalità di configurazione dei dispositivi KNX .....	Y-12
Configurazione in System-Mode .....	Y-12
Configurazione in Easy-Mode .....	Y-13

## LE VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

**Z**

<b>Verifiche iniziali</b> .....	Z-1
Esame a vista .....	Z-2
Prove .....	Z-3
Prove della continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari .....	Z-3
Misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico .....	Z-4
Verifica della protezione per separazione elettrica .....	Z-5
Misura della resistenza dei pavimenti e delle pareti .....	Z-6
Verifica della protezione mediante interruzione automatica .....	Z-6
Misura della resistenza di terra .....	Z-7
Misura della resistività del terreno .....	Z-10
Misura dell'impedenza dell'anello di guasto .....	Z-11
Verifica dell'intervento dei dispositivi differenziali .....	Z-13
Prova di polarità .....	Z-16
Verifica della sequenza delle fasi .....	Z-16
Prove di funzionamento .....	Z-17
Verifica della caduta di tensione .....	Z-17
Verifica di sfilabilità dei cavi .....	Z-17

Individuazione delle masse estranee .....	Z-17
Rapporto a seguito della verifica iniziale .....	Z-18
<b>Verifiche periodiche</b> .....	Z-19
Frequenza della verifica periodica .....	Z-19
Rapporto delle verifiche periodiche .....	Z-20
<b>Impianti nei locali adibiti ad uso medico</b> .....	Z-21
Generalità .....	Z-21
Verifiche iniziali .....	Z-21
Verifica del dispositivo di controllo dell'isolamento.....	Z-22
Misura di resistenza del collegamento equipotenziale supplementare .....	Z-24
Misura per l'identificazione delle masse estranee .....	Z-24
Verifiche periodiche .....	Z-25
Alimentazione di sicurezza .....	Z-25
Registrazione dei risultati .....	Z-26
<b>Impianti di illuminazione di sicurezza</b> .....	Z-27
Verifiche iniziali .....	Z-27
Verifica del livello di illuminamento .....	Z-27
Verifica di luminanza dei segnali .....	Z-29
Verifiche periodiche.....	Z-30
Verifica generale .....	Z-30
Verifica di funzionamento .....	Z-31
Verifica dell'autonomia .....	Z-31
Prescrizioni di legge .....	Z-32
Registro dei controlli periodici .....	Z-35
<b>Impianti in locali di pubblico spettacolo</b> .....	Z-38
Controllo dell'impianto di sicurezza .....	Z-38
Controllo dell'impianto principale .....	Z-38
Sorveglianza dell'impianto durante le prove e gli spettacoli ....	Z-38
Ispezioni periodiche .....	Z-38
Tenuta dei registri .....	Z-38