



SOMMARIO

SOMMARIO	2
RELAZIONE TECNICA	3
INTERVENTO OPERATIVO	3
CONDIZIONI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	3
RIFERIMENTI NORMATIVI	5
PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI.....	6
DOCUMENTAZIONI DI PROGETTO	10
CABINA DI TRASFORMAZIONE: CARATTERISTICHE ED INTERVENTI.....	10
ANALISI DELL'AMBIENTE DI INSTALLAZIONE	10
CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE.....	11
SISTEMA ELETTRICO.....	12
CALCOLI E DIMENSIONAMENTI	15
CALCOLO DELLA POTENZA ASSORBITA E DELLA CORRENTE DI IMPIEGO.....	15
FATTORE DI POTENZA.....	16
POTENZA INSTALLATA E POTENZA ASSORBITA	16
CAVI E CONDUTTORI	16
METODOLOGIA DI VERIFICA	19
FORMULE DI CALCOLO E VERIFICA UTILIZZATE NEL DIMENSIONAMENTO	21
QUADRI ELETTRICI	24
SVILUPPO DEGLI IMPIANTI NELLE ZONE OPERATIVE E DI SERVIZIO	32
SERVIZI IGIENICI PARTICOLARITA' DEGLI IMPIANTI.....	32
CALCOLI ILLUMINOTECNICI.....	35
SEZIONAMENTO GENERALE DEGLI IMPIANTI DALL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA.....	37
IMPIANTO DI MESSA A TERRA E MODALITA' DI DIMENSIONAMENTO	40
VERIFICHE.....	44
CONCLUSIONI.....	45
ADEMPIMENTI DEL DATORE DI LAVORO	45



RELAZIONE TECNICA

INTERVENTO OPERATIVO

L'intervento riguarda, oltre alla normalizzazione della esistente cabina di trasformazione alla Norma CEI 016, la realizzazione degli impianti elettrici da installarsi nel nuovo reparto, nell'immobile sito in Porto Mantovano (MN) in via Europa, di proprietà della Società SISMA S.P.A.

Il presente documento, è parte integrante del progetto quale relazione tecnica di base per una corretta interpretazione degli elaborati grafici, degli schemi unifilari e dei calcoli progettuali.

La Relazione Tecnica, illustra il complesso delle valutazioni relative alla tipologia e consistenza dell'impianto, le scelte progettuali, i criteri di base che sono stati adottati nella progettazione.

Le opere, dovranno corrispondere alle descrizioni indicate nel computo metrico, ed ai disegni allegati, che fanno parte integrante della documentazione di progetto; esse dovranno essere eseguite secondo le prescrizioni attuali ed a quelle che in futuro potranno essere emanate dal Committente, ed in ogni caso, secondo la "regola dell'arte". Oggetto del lavoro sono anche tutte quelle opere che, anche se non specificatamente indicate nella descrizione e nei disegni di progetto, sono tuttavia necessarie per consegnare i lavori appaltati ed ultimati in ogni loro parte, e perfettamente funzionanti.

CONDIZIONI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Il progetto viene redatto in conformità al Decreto n. 37 del 22/01/2008. Il presente documento, unitamente agli altri documenti costituenti il progetto esecutivo, dovrà essere sottoscritto dalla Impresa offerente per accettazione e restituito alla Committente.

Tutti i componenti degli impianti dovranno essere eseguiti con gli accorgimenti più perfezionati ed i sistemi costruttivi più aggiornati. Essi dovranno essere conformi ai materiali e componenti indicati nella descrizione generale dell'impianto.

Gli impianti devono essere realizzati in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

Per una perfetta comprensione del funzionamento degli impianti, nonché per una visione complessiva degli spazi dedicati alle distribuzioni ed alle apparecchiature, è necessario considerare anche quanto esposto negli elaborati degli impianti meccanici termotecnici e delle opere strutturali e civili.

I materiali, le apparecchiature, ed i riferimenti alle opere indicate sui disegni, ma non espressamente menzionati nella relazione tecnica di progetto, o viceversa, la cui fornitura o esecuzione sia implicita per il completamento di un impianto o parte di esso, dovranno essere ritenuti inclusi nella fornitura, come fossero indicati o menzionati sia sui disegni o specificati nella relazione tecnica.

Il livello di dettaglio del progetto è ritenuto sufficiente per la compilazione e preparazione dell'offerta da parte dell'Impresa appaltatrice. In particolare, a titolo esemplificativo, si specifica che l'assenza di dettagli di supporti e fissaggi di sostegno non esonera l'Impresa dal valutare in modo corretto, e secondo la propria esperienza, l'onere e la fattibilità degli stessi; si precisa inoltre che non saranno accettate richieste di varianti in corso d'opera per eventuali problemi specifici di fissaggi e supporti di sostegno da risolvere durante la costruzione.



Nel sottoporre l'offerta, l'Appaltatore assume la responsabilità della fattibilità del progetto, sotto ogni profilo sia tecnico che normativo, nonché il conseguente funzionamento dell'impianto eseguito. In relazione a quanto espresso ed indicato ai punti precedenti, si evidenzia, che con la presentazione dell'offerta, l'Appaltatore offerente dovrà assumerne la responsabilità incondizionata.

Per quanto sopra l'Appaltatore è tenuto a richiedere copia di tutti documenti di progetto emessi dalle altre discipline implicate nella costruzione e gestione dell'opera ovvero: altri impianti tecnologici; opere edili; il piano della sicurezza D. Lgs 494/96 e D. Lgs successivi; il programma lavori generale; la documentazione della organizzazione di cantiere; l'ubicazione del sito; ecc.... che, ritenesse utili per presentare la propria offerta nei tempi e nei modi indicati dalla Committente.

L'Appaltatore è tenuto a segnalare per iscritto al Progettista prima della presentazione dell'offerta le eventuali osservazioni e richieste di chiarimento che ritiene opportuno per una completa identificazione di tutti i componenti e sistemi degli impianti di sua competenza.

L'Impresa installatrice, prima di iniziare i lavori, dovrà verificare con cura ed aggiornare i disegni di progetto previo puntuale sopralluogo in cantiere. L'aggiornamento dei disegni dovrà essere fatto in relazione all'oggettiva situazione del cantiere, in relazione alla situazione delle opere edili e dovrà riguardare sia i percorsi delle distribuzioni che la disposizione delle apparecchiature.

Gli impianti devono essere consegnati in condizioni di perfetto funzionamento e collaudabili, e ciò nonostante qualsiasi deficienza di previsione ed ancorché i relativi progetti fossero stati approvati dalla Direzione Lavori.

Le misure indicate sui disegni planimetrici dovranno essere verificate in corso d'opera in seguito ad eventuali varianti di disposizioni tipo o in seguito a differenti richieste di dotazioni da parte della Committente.

Tutti i costi derivanti dalla modifica e/o aggiornamento del progetto, e dei relativi disegni, si intendono compensati nel prezzo di appalto. L'Impresa installatrice si assume di conseguenza ogni responsabilità per errori di esecuzione derivanti da un non corretto aggiornamento dei disegni di cantiere da sottoporre ad approvazione alla Direzione Lavori prima della messa in opera.

Per quanto riguarda le quantità dei materiali si sottolinea che l'Offerente è pertanto tenuto ad eseguire a propria cura le verifiche tecniche ed i computi metrici sulla base dei disegni allegati, dei dati di progetto, della descrizione degli impianti elettrici ed ausiliari e di tutte le prescrizioni dettate nei documenti di progetto, e ad indicare nella propria offerta eventuali discordanze sostanziali.

Tutti i lavori dovranno essere coordinati con l'esecuzione delle altre opere e la tempistica di cantiere dovrà essere sottoposta alla Direzione Lavori. Nel corso dei lavori, in accordo con le esigenze del cantiere e della Committente, potranno essere richieste opere provvisorie per consentire il funzionamento di impianti temporanei ed oggetto del presente appalto. Nessuna variazione nell'esecuzione delle opere previste potrà essere apportata dalla Impresa installatrice, senza avere ricevuto la preventiva approvazione ed autorizzazione scritta della Committente o della Direttore Lavori.

Ogni contravvenzione alla predetta disposizione sarà a completo rischio e pericolo della Impresa installatrice che sarà tenuta a rimuovere e sostituire le opere eseguite, anche già poste in opera, qualora la Committente, a suo giudizio insindacabile, non ritenesse opportuno di accettarle.

In caso di non accettazione l'Impresa installatrice, senza alcun aumento dei prezzi contrattuali, sarà obbligata all'esecuzione delle eventuali opere accessorie e complementari che potranno esserle richieste perché le opere eseguite corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Nell'esecuzione delle opere dovrà osservarsi, oltre all'assoluta precisione per quanto concerne la forma e le dimensioni, la massima cura nella lavorazione, dovendo ogni componente essere regolarmente ed uniformemente rifinito in ogni sua parte.



La Ditta installatrice dovrà fornire documentazione del personale incaricato ai lavori e le relative qualifiche (PES/PAV/PEI/RI/PL).

RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti elettrici devono essere eseguiti secondo le prescrizioni generali e particolari qui di seguito specificate, fermi restando l'osservanza dei più moderni criteri della tecnica impiantistica ed il fedele e costante rispetto delle Leggi e delle Norme vigenti in materia, nonché delle buone regole di installazione; in particolare si fa riferimento alle seguenti Norme, Leggi e disposizioni:

- *Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica Linee in cavo.*
- *Norma CEI 11-25 Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi di corrente alternata;*
- *Norma CEI EN 50525 riguardante i cavi isolati a tensione 450/750V, in PVC, e relativi comportamenti al fuoco in riferimento alla non propagazione dell'incendio*
- *Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500 V in c.c.*
- *Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori*
- *Tabelle CEI-UNEL e le altre norme inerenti ai materiali ed apparecchiature elettriche da installare.*
- *Norma CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).*
- *Norma CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.*
- *Norma CEI EN 60529 Grado di protezione degli involucri (Codice IP)*
- *Norma CEI EN 50522 (Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.),*
- *CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.*
- *DPR 462/01 Omologazione e verifiche impianti di messa a terra.*
- *Prescrizioni Enel relative alla loro competenza nei punti di consegna*
- *Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica*
- *Norma UNI EN 12464-1: 2011 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro*
- *Norma UNI EN 1838-2013 Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza*
- *Norma CEI EN 62305 Protezione contro i fulmini*
- *Norme specifiche relative ai singoli prodotti da scelti*
- *DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 01 agosto 2011 , n. 151.*
- *Norme EN 50174-2 e IEC 60728-11 sono riportati i requisiti aggiuntivi, specifici per gli impianti di comunicazione.*
- *Guida CEI 64-100/2 modello di infrastruttura di supporto del cablaggio.*
- *Norma UNI 9795 Sistemi di rilevazione automatica e segnalazione manuale dell'incendio.*

Secondo prescrizioni e raccomandazioni di:

- *Ente distributore dell'energia elettrica;*
- *Società dei Telefoni;*
- *VV/F;*
- *A.R.P.A., ASL e/o I.S.P.E.S.L. competenti per territorio.*



Gli impianti elettrici devono inoltre essere rispondenti alle seguenti disposizioni:

- *DLgs n° 81 del 09/04/2008: norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*
- *Legge n°791 del 18/10/1977: attuazione della Direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n°72/23CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione. Gazzetta Ufficiale 02/11/1977 n°298.*
- *Legge n°186 01/03/1968 : disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiale e impianti elettrici ed elettronici. Gazzetta Ufficiale 23/03/1969 n° 77.*
- *DM 10/04/1984 : disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti munite di starter.*
- *D.M. n° 37/2008: regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*
- *Legge Regionale 27 Marzo 2000 – n°17 : Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso.*
- *DPR 22/10/01 n.462: "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi".*

Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme di installazione, gli impianti elettrici saranno realizzati con materiali provvisti del Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.) per tutti i prodotti per i quali il marchio stesso è previsto.

In tutti i casi, comunque, i materiali dovranno essere scelti fra quanto di meglio il mercato sia in grado di offrire, tenuto anche conto dell'importanza della continuità del servizio e della facilità di manutenzione. Saranno comunque rispettate le seguenti prescrizioni generali.

PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI

scelta e messa in opera delle condutture

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensioni nominali verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/470 V, il cui simbolo di designazione è 07. I conduttori utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, in questo caso il simbolo di designazione è 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti a tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

In ogni caso il tipo di cavo impiegato deve essere correlato con il tipo di posa adatto allo scopo secondo le prescrizioni dei capitoli 521 e 522 della norma CEI 64-8 fascicolo 6873 con particolare attenzione alle tabelle 52a – 52b – 52c della norma stessa.



colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712 ed in accordi con la norma CEI EN60440 (CEI 16-4) "Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici". Per quanto riguarda i conduttori di fase, questi, come il conduttore di neutro, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto.

sezioni minime e cadute di tensione ammesse:

Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti, affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione nominale dell'impianto (Norma CEI 64-8) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

TIPI DI CONDUTTURA		USO DEL CIRCUITO	CONDUTTORE	
			Materiale	Sezione (mm ²)
Condutture e fisse	Cavi	Circuiti di potenza	Cu	1,5
			Al	16 (nota 1)
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	0,5 (nota 2)
	Conduttori nudi	Circuiti di potenza	Cu	10
		Al	16 (nota 4)	
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	4 (nota 4)
Condutture mobili con cavi flessibili		Per un apparecchio utilizzatore specifico	Cu	Come specificato nella corrispondente Norma CEI
		Per qualsiasi altra applicazione		0,75 (nota 3)
		Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75

1) Si raccomanda che i mezzi di connessione usati alle estremità dei conduttori di alluminio siano provati ed approvati per questo uso specifico.

2) Nei circuiti di segnalazione e di comando destinati ad apparecchiature elettroniche è ammessa una sezione di 0,1 mm².

3) Per i cavi flessibili multipolari, che contengano 7 o più anime, si applica la nota 2.

4) Sono allo studio prescrizioni particolari per circuiti di illuminazione a bassissima tensione.

sezione minima dei conduttori neutri:

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti monofase qualsiasi sia la sezione del conduttore di fase; nei circuiti polifase a tre fili quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm² se in rame o 25 mm² se in alluminio (norma CEI 64-8).

Per conduttori in circuiti polifase, con sezione superiore a 16 mm² se in rame o 25 mm² se in alluminio, la sezione dei conduttori neutri può essere inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni (norma CEI 64-8):



- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale 16 mm^2 se in rame o 25 mm^2 se in alluminio;
- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro.

sezione minima dei conduttori di protezione e di terra: Conduttore di protezione

Col conduttore di protezione (è identificato dal colore indicato nel paragrafo specifico e viene chiamato PE oppure, se svolge contemporaneamente anche la funzione di neutro, PEN) si realizza il collegamento delle masse con l'impianto di terra.

Unitamente all'interruttore automatico garantisce la protezione dai contatti indiretti e deve essere dimensionato sia per sopportare le sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto verso terra (che in condizioni di regime è nulla) sia per sopportare eventuali sollecitazioni meccaniche o azioni corrosive. Esso deve avere una sezione non inferiore a quella indicata nella tabella 54F della Norma C.E.I. 64-8/5 fasc. 6873:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

Il conduttore di protezione può essere dimensionato anche in funzione dell'Energia di cortocircuito: (solo per cavi unipolari) la sezione del conduttore di protezione sarà calcolata in modo tale da non risultare inferiore al valore determinato dalla formula:

$$S_p = \text{Rad di } I^2 \cdot t / K$$

dove:

I rappresenta il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione;

t rappresenta il tempo d'intervento del dispositivo di protezione;

K rappresenta un fattore dipendente dal materiale del conduttore e dell'isolante

Conduttore di terra

Per quanto riguarda la sezione dei conduttori di terra (conduttore che collega tra loro i dispersori ed il dispersore al nodo principale di terra), la loro sezione non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 54A della norma medesima:



	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm ² rame 16 mm ² ferro zincato (1)
Non protetti contro la corrosione	25 mm ² rame 50 mm ² ferro zincato (1)	

Zincatura secondo Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

Nella presente relazione viene più sotto riportato un ampio paragrafo sull'impianto di messa a terra in ragione delle modalità costruttive e di servizio.

tubi protettivi percorsi e cassette di derivazione.

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

Il diametro dei tubi deve essere pari almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi in esso contenuto. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo con guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e rinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm.

Per quanto riguarda i sistemi porta cavi (canalette in PVC e canalizzazioni in Acc.-Zn), la limitazione del coefficiente di riempimento dei canali deve essere considerato nel 50%.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere.

Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare i conduttori appartenenti a sistemi diversi.

protezione delle condutture elettriche.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuito.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della Norma C.E.I. 64-8/4 sezione 433. In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore e la sua portata nominale ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:



$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Gli interruttori automatici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose ($I_2t \leq K^2 S^2$).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I_2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

DOCUMENTAZIONI DI PROGETTO

Il progetto degli impianti elettrici è contenuto ed espresso dai seguenti disegni ed elaborati:

- ✓ *Relazione tecnica e riferimenti normativi;*
- ✓ *Schemi elettrici unifilari di MT/BT;*
- ✓ *Planimetrie generali complete della distribuzione delle apparecchiature in campo sia per la parte inerente la Forza Motrice che per quanto concerne l'illuminazione sia normale che di emergenza;*
- ✓ *Relazione e calcoli secondo CEI 81-10*

CABINA DI TRASFORMAZIONE: CARATTERISTICHE ED INTERVENTI

La cabina di ricevimento/trasformazione è già presente sul territorio di pertinenza della Società richiedente l'intervento operativo.

Dato che le apparecchiature relative alla rete MT (quadri di media tensione) non risultano adeguate alle richieste normative con particolare riferimento alla Norma CEI 016, si dovrà ricorrere alla loro sostituzione installando pertanto scomparti adeguati le cui caratteristiche specifiche e peculiari sono ampiamente descritte nel computo metrico estimativo e nell'elaborato "CAB".

Il trasformatore esistente in cabina sarà sostituito con uno in resina epossidica della potenza pari a 400kVA.

Si dovranno realizzare le adeguate protezioni installando una nuova rete metallica e si dovranno ricollegare i cavi di alimentazione lato Bt al quadro elettrico generale (non oggetto di intervento).

Le attività di intervento sono individuabili nell'elaborato "CAB".

ANALISI DELL'AMBIENTE DI INSTALLAZIONE

Per definire una accurata scelta degli interventi ed in particolar modo delle condutture e delle apparecchiature e dell'impianto elettrico visto nella sua globalità, si è provveduto ad un accurato esame dell'ambiente di installazione oltre che aver tenuto in massima considerazione le indicazioni fornite dalla Committenza. Le caratteristiche ambientali più indicative esaminate sono:

- *Temperatura ambiente (se è diversa da 30 °C);*
- *Temperatura minima raggiungibile;*



- *Presenza di umidità;*
- *Presenza di flora e fauna;*
- *Presenza di liquidi o vapori corrosivi.*

Si è verificato inoltre se:

- *Si tratta di ambiente particolare;*
- *Se il luogo è classificato.*

CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE

Sono definiti a maggior rischio in caso d'incendio tutti quegli ambienti che, a differenza di quelli ordinari, presentano nei confronti dell'incendio un rischio maggiore. Il compito di individuare i luoghi a maggior rischio in caso d'incendio spetta al datore di lavoro nell'ambito delle fasi operative di valutazione dei rischi.

Il progettista riceve il risultato di queste valutazioni come dato d'ingresso per la stesura del progetto. Individuare gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio **non è compito del progettista dell'impianto elettrico, ma del proprietario dell'impianto**. Indicativamente si possono considerare i seguenti elementi:

- *densità di affollamento;*
- *massimo affollamento ipotizzabile;*
- *capacità di deflusso o di sfollamento;*
- *entità del danno per animali e/o cose;*
- *comportamento al fuoco delle strutture dell'edificio;*
- *presenza di materiali combustibili;*
- *tipo di utilizzazione dell'ambiente;*
- *situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio (adeguati mezzi di segnalazione ed estinzione incendi, piano di emergenza e sfollamento, addestramento del personale, distanza dal più vicino distaccamento del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, esistenza di Vigili del fuoco aziendali ecc...).*

Le norme (CEI 64-8/7) descrivono tre tipologie di luoghi rispettivamente agli articoli 751.03.02, 751.03.03, 751.03.04.

- *Luoghi di tipo A - Luoghi con elevata densità di affollamento o con elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio o per l'elevato danno ad animali e cose. La probabilità che si sviluppi un incendio è bassa ma elevato potrebbe essere l'entità del danno.*
- *Luoghi di tipo B - Ambienti con strutture portanti combustibili, come ad esempio edifici con strutture portanti in legno dove la probabilità che si sviluppi un incendio è alta.*



- *Luoghi di tipo C - Luoghi con presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito, quando la classe del compartimento antincendio è uguale o superiore a 30. Il numero indicativo della classe, secondo l'art. 3 della circolare n. 91 del 14/09/61 del Ministero degli Interni, esprime sia il carico d'incendio virtuale in kg/m² di legna standard sia, in minuti primi, la durata minima di resistenza al fuoco da richiedere alla struttura o all'elemento costruttivo in esame. Per semplicità, a favore della sicurezza, si può considerare di classe 30 un comparto che contiene più di 15 kg/m² di materiale combustibile standard, ovvero pari a circa 270 MJ*

Se un luogo appartiene a più di una delle tipologie su menzionate l'impianto elettrico deve avere le caratteristiche richieste per ciascun tipo.

L'Attività oggetto del presente progetto, date le caratteristiche architettoniche ed in base a quanto definito dalla Committenza in ragione delle apparecchiature di servizio installate e da installare risulta non è soggetta al controllo dei VV.FF. Ad ogni modo, in ragione delle lavorazioni che vengono effettuate nelle diverse zone aziendali, l'Attività è da definirsi a maggior rischio in caso di incendio.

In base a ciò si prenderanno in considerazione tutti i provvedimenti necessari per garantire la massima sicurezza dal punto di vista impiantistico sia per le cose ma, innanzi tutto per le persone.

SISTEMA ELETTRICO

Seppur soggetto a modifiche anche sostanziali, l'impianto è esistente, il sistema di alimentazione principale è in Media Tensione a 15 kV di tipo trifase sinusoidale. Le utenze secondarie saranno alimentate in Bassa Tensione a 400V tramite sistema trifase più neutro. Oltre alle disposizioni della Norma CEI 016, essendo prevista la separazione del conduttore di neutro dal conduttore PE, gli impianti si identificano con sistema TN-S.

Per quanto riguarda la protezione contro i contatti indiretti si fa riferimento alla Norma CEI 64-8 ed in particolare alle prescrizioni riportate al paragrafo 413. La protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, è richiesta quando si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona in caso di guasto, a causa del valore e della durata della tensione di contatto (CEI 64-8 par. 413.1).

In relazione al sistema "TN" devono essere rispettate le prescrizioni delle Norme CEI EN 50522 per la determinazione della resistenza di terra dell'impianto di terra della cabina di trasformazione. Questa resistenza di terra viene determinata sulla base dei seguenti dati che devono essere forniti, su richiesta del progettista, dall'Ente distributore:

- il valore della corrente di guasto a terra (I_g);
- il tempo di eliminazione del guasto (t).

Noti questi dati si può calcolare il valore della tensione totale di terra, che non deve superare il valore, aumentato del 20%, corrispondente al tempo t , come indicato nella tabella 41A espressa dalla Norma 64-8/4.

Oltre alla norma CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.

Un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito od al componente elettrico, in modo che, in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore alla tensione di contatto limite convenzionale. Tuttavia, indipendentemente dalla tensione di contatto, in alcune circostanze è permesso un tempo di interruzione, il cui valore dipende dal tipo di sistema, non superiore a 5 s (CEI 64-8 par. 413.1.1.1).



Per i sistemi TN tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza od in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione. Il punto di messa a terra del sistema di alimentazione è generalmente il punto di neutro (CEI 64-8 par. 413.1.3.1).

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:

- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella Tab. 41 (di seguito riportata) in funzione della tensione nominale U_0 oppure, nelle condizioni specificate in 413.1.3.5, entro un tempo convenzionale non superiore a 5s.

Se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale I_{dn} ;

- U_0 è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN**

U_0 (V) (*)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

(*) Questi valori si basano sulla Norma CEI 8-6.

Si considera che i tempi massimi di interruzione indicati nella Tab. 41A soddisfano quanto indicato in 413.1.1.1 per i circuiti terminali che alimentano (tramite o senza prese a spina), componenti elettrici di classe I, mobili, portatili o trasportabili".

Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 s sono ammessi per i circuiti di distribuzione" (CEI - 64-8 par. 413.1.3.3 - 413.1.3.4 - 413.1.3.5).

Pur essendo il sistema di tipo TN-S si rileva la presenza di protezioni non solo magnetotermiche ma anche differenziali del tipo ad alta e media sensibilità in ragione della tipologia di impianto da alimentare.

L'impiego degli interruttori differenziali migliora ulteriormente le condizioni di protezione; in particolare, quando il guasto non è franco o per un guasto alla fine di una linea molto lunga in cui è presente una notevole impedenza che limita la corrente di cortocircuito, questa può permanere per tempi sufficientemente lunghi con conseguenti innalzamenti di temperatura e conseguente pericolo di incendio.

Poiché nei sistemi TN un guasto franco a massa si traduce in un corto circuito in quanto la corrente di guasto percorre i conduttori di fase e di protezione non interessando in pratica l'impianto di terra, le correnti di corto circuito possono assumere valori elevati nel qual caso la protezione contro i contatti indiretti può essere assicurata da interruttori solo magnetotermici.



La quantità U_0/Z_s deve essere valutata nel caso peggiore cioè con l'impedenza di guasto di valore massimo, a cui corrisponde la corrente di corto circuito minima:

$$U_0/Z_s = I_{cc \text{ f-pe min}}$$

L'impiego di dispositivi differenziali soddisfa generalmente la condizione di protezione e non richiede il calcolo dell'impedenza totale dell'impianto Z_s .

Poiché l'impiego di protezioni a corrente differenziale assicura l'intervento anche per guasto non franco a terra e di conseguenza una maggiore protezione delle persone, ed inoltre costituisce una protezione aggiuntiva contro il pericolo di incendio, la scelta di adottare dispositivi di protezione a corrente differenziale su tutti i circuiti terminali è da definirsi ottimale.

Per i circuiti protetti da dispositivi di protezione a corrente differenziale, non è necessaria la misura dell'impedenza di guasto (CEI 64-8 612.6), necessaria invece per i circuiti la cui protezione contro i contatti indiretti a mezzo interruzione automatica dell'alimentazione è affidata a dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. Per quanto concerne il dimensionamento dei cavi e quindi la **protezione contro i sovraccarichi**, in ragione dei rispettivi dispositivi di protezione, vengono tenute in massima considerazione le indicazioni della norma CEI 64-8, secondo le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_n$$

dove:

- I_b e la corrente d'impiego della conduttura determinata in base al tipo di carico alimentato
- I_n e la corrente nominale o di regolazione del dispositivo di protezione
- I_z e la portata reale in regime permanente della conduttura,
- I_f e la corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

Per rispettare la prima condizione si impiegheranno cavi aventi sezioni la cui portata effettiva I_z è superiore od uguale alla corrente nominale I_n del dispositivo di protezione, la quale, a sua volta, dovrà essere superiore od uguale alla corrente d'impiego I_b del circuito alimentato.

In relazione alla verifica del valore dell'energia specifica passante, le sezioni dei cavi verranno scelte in modo da risultare protette sia in caso di corto circuito massimo ad inizio linea, che in caso di corto circuito minimo al termine di essa, contro il rischio di danneggiamento dovuto agli effetti dell'energia specifica passante $I^2 \cdot t$ lasciata transitare dal dispositivo di protezione, ovvero è stata rispettata la seguente relazione:

$$K^2 \cdot S^2 \geq A^2 \cdot s$$

Dove:

- K (coefficiente funzione del materiale di cui è costituito il conduttore):
 - 115 per i conduttori in rame isolati in PVC.
 - 135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o butilica.
 - 143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica (EPR) e polietilene reticolato (XLPE).
- S la sezione del conduttore.
- $A^2 \cdot s$ è la sollecitazione termica specifica lasciata passare dall'interruttore di protezione.



CALCOLI E DIMENSIONAMENTI

Il dimensionamento degli impianti elettrici relativamente alle parti oggetto dell'intervento, sono stati eseguiti secondo le indicazioni normative vigenti. Per il dimensionamento delle linee e delle protezioni si è seguita le prescrizioni della Norma CEI 64-8 ultima edizione.

Tutti i calcoli per il dimensionamento delle linee e degli interruttori sono eseguiti secondo quanto definito dalle Norme CEI 64-8. In ogni caso la relazione $I_b \leq I_n \leq I_z$ è rispettata come rispettata è la relazione inerente l'integrale di Joule in rapporto all'energia specifica passante I^2t . La caduta di tensione sarà contenuta nei limiti prestabiliti dalle Norme più sopra citate; le correnti di corto circuito ai punti più lontani saranno calcolate secondo quanto definito dalle Norme stesse.

Gli interruttori di protezione sono calcolati in modo tale che il loro intervento sia garantito in rapporto alle correnti di corto circuito che potrebbero verificarsi al punto più lontano della linea da loro protetta. Le protezioni saranno anche differenziali onde prevenire pericoli di tensioni pericolose sulle masse, derivanti da guasti all'isolamento che non siano in grado di provocare guasti franchi di corto circuito. In ogni caso tutte le linee risulteranno protette contro il sovraccarico e contro il corto-circuito come prescritto dalla norma C.E.I. 64-8/5.

CALCOLO DELLA POTENZA ASSORBITA E DELLA CORRENTE DI IMPIEGO

La potenza assorbita nei casi generali è calcolata, in base ai dati forniti dalla Committenza, secondo la relazione seguente:

$$I_b = P_n / \sqrt{3} \times U_n \times \cos\phi$$

Nell'eventualità che nella attività vengano installati motori elettrici il calcolo viene effettuato per ciascuna utenza considerando che *per i motori la potenza fornita dal costruttore è normalmente la potenza resa*. In questo caso la corrente assorbita sarà ricavabile dalla seguente relazione:

$$I_b = P_n / \sqrt{3} \times \mu \times U_n \times \cos\phi$$

Dove:

P_n = potenza nominale resa;

U_n = tensione nominale;

h = rendimento del motore;

$\cos\phi$ = fattore di potenza del motore.

Dall'analisi delle richieste da parte della Committenza e quindi dell'impianto si rileva che non sono presenti azionamenti di macchine in corrente continua, inverter o altre particolari apparecchiature elettroniche per cui si ritiene di poter escludere la presenza sulle linee di componenti armoniche (in presenza di armoniche i conduttori potrebbero essere sovraccaricati in modo significativo ed in particolare il conduttore di neutro in alcuni casi potrebbe essere caricato anche più delle singole fasi): in caso contrario in ragione degli effettivi valori rilevati all'inizio delle attività operative si prenderanno in considerazione eventuali provvedimenti.

Oltre a ciò si provvederà, per alimentare i vari settori aziendali che saranno sottesi alla nuova cabina di trasformazione, alla posa di linee in cavo aventi sezione adeguata sia per quanto riguarda il tipo di posa (in cunicolo interrato), il tipo di cavo (FG7OR 06 1kV), la portata, la caduta di tensione avendo oltre a ciò l'accortezza di considerare che dal punto di arrivo sarà necessario valutare con estrema precisione le sezioni delle linee in partenza dal quadro in modo da garantire in ogni caso ed in qualsiasi punto il valore di caduta definito dalle vigenti normative (CEI 64-8).

doc. n° : RP

commessa :H118

file : H118-rp.docx

rev. : 00



FATTORE DI POTENZA

Il cosfi, ove possibile, è stato determinato per via analitica mentre negli altri casi sarà scelto secondo i seguenti criteri:

- cosfi 0,9 per linee rifasate localmente come impianti di illuminazione, oppure linea di alimentazione dal trasformatore al quadro generale;
- cosfi 0,8 per linee che alimentano singoli carichi non rifasati;
- cosfi 0,7 per linee che alimentano carichi non rifasati localmente con basso fattore di utilizzazione, come motori funzionanti a vuoto o a carico ridotto.

POTENZA INSTALLATA E POTENZA ASSORBITA

Solo raramente sarà chiesto alle linee di fornire il totale della potenza installata, nella maggioranza dei casi ad esse sarà richiesto di portare solo una frazione di questa potenza.

Le apparecchiature alimentate, infatti, non sempre funzioneranno contemporaneamente e alla massima potenza. La potenza che deve fornire la linea è quindi calcolata con la seguente relazione:

$$P_{linea} = \sum P_a \times K_c \times K_u$$

dove:

P_a = potenza massima assorbita da un'utenza;

K_c = coefficiente di contemporaneità;

K_u = coefficiente di utilizzo.

CAVI E CONDUTTORI

Si pone in evidenza che recentemente è stata pubblicata la Tabella CEI UNEL 35016 – Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011).

Il documento normativo – primo di una corposa serie di Norme revisionate che nel mondo dei cavi coinvolgerà le norme su materiali, specifiche di prodotto, tabelle CEI-UNEL, ecc.

Questo Regolamento disciplina l'immissione e la libera circolazione sul mercato europeo e introduce un linguaggio tecnico armonizzato per le prestazioni e le caratteristiche essenziali di tutti i prodotti da costruzione. Esso è applicabile ai cavi elettrici dal 10 giugno 2016 – data di pubblicazione della Norma EN 50575 (Power, control and communication cables – Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements) nell'elenco delle Norme armonizzate ai sensi del Regolamento stesso.

In particolare per i cavi, vista la loro pericolosità in caso di incendio, la Commissione Europea ha previsto 7 classi di prestazione di reazione al fuoco identificate dalle lettere A/B1/B2/C/D/E/F a cui sono state aggiunte alcune prestazioni addizionali di sicurezza relative all'emissione di fumo, gocce incandescenti e acidi (Norma UNI EN 13501-6 – Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi elettrici).

Fino al 1 luglio 2017 potranno essere utilizzati i cavi indicati nel progetto ed attualmente in commercio, dopo di che i produttori immetteranno sul mercato i nuovi cavi che rispettano il Regolamento CPR. A tal punto, se il progetto non sarà completamente realizzato, dovrà essere prevista l'esecuzione in toto o in parte delle opere elettriche oggetto del progetto, mediante l'utilizzo dei nuovi cavi che saranno presenti e disponibili sul mercato.

doc. n° : RP

commessa :H118

file : H118-rp.docx

rev. : 00



Alla luce di quanto più sopra si riportano comunque le norme e le caratteristiche che normalmente distinguono i cavi sino ad ora impiegati e da impiegarsi nell'opera elettrica oggetto dell'appalto.

Generalità/normativa specifica

I principali riferimenti normativi per un corretto impiego dei cavi sono:

- le guide CEI 20-40 “Guida all’uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio fino a 450/750 V”;
- CEI 20-67 “Guida all’uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio di 0,6/1 kV”;
- CEI 20-89 “Guida all’uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio 1/30 kV”.

I dati necessari per poter dimensionare correttamente un cavo elettrico si individuano in:

- *tensione di esercizio*
- *corrente di impiego e il fattore di potenza dell'utilizzatore,*
- *condizioni di posa, la lunghezza.*

Al di là di quanto più sopra elencato risulta necessario ai fini della sicurezza e della funzionalità dell'impianto considerare:

- **Portata: (I_z):** è la massima intensità di corrente che può fluire in un cavo in regime permanente e in determinate condizioni di posa, senza che la sua temperatura superi un valore determinato. La portata di un cavo è data dalla relazione: $I_z = I_{z0} \cdot K$, dove I_{z0} è la portata per posa in aria alla temperatura ambiente di 30 °C; K è il prodotto dei coefficienti di correzione dovuti alle condizioni di posa e ambientali quali ad esempio coefficiente di correzione per temperatura diversa da 30°C; coefficiente di correzione per gruppi di cavi in fascio o strato; coefficiente di correzione per posa interrata a temperature ambientali diverse da 20 °C; coefficiente di correzione per valori di profondità di posa diversi da 0,8 metri per cavi direttamente interrati; coefficiente di correzione per le diverse modalità di posa. La portata dipende da vari fattori tra cui il tipo di isolante, la temperatura di funzionamento, lo scambio termico con l'ambiente in cui il cavo è installato dovuto alla modalità di posa. Ai fini del valore della portata, il materiale con cui è realizzato l'isolante è di fondamentale importanza, infatti se si utilizza un materiale più resistente al calore, aumenta la temperatura ammissibile e quindi anche la sovratemperatura rispetto all'ambiente, per cui il cavo avrà una portata maggiore a parità di sezione conduttrice. La portata deve rispettare la relazione $I_z \geq I_b$ cioè deve avere un valore uguale o superiore alla corrente di impiego I_b del circuito utilizzatore. Nella valutazione della portata di un cavo, inoltre, occorre tenere presente il cosiddetto “effetto di prossimità” consistente nel fatto che ogni cavo si scalda sia a causa della corrente che lo percorre sia a causa del calore ricevuto per il contatto con i cavi vicini; ad esempio nel caso di passaggio di diverse linee nel medesimo tubo protettivo;
- **Tensione nominale (U_0/U):** costituisce il grado di isolamento del cavo. In particolare U_0 rappresenta il valore efficace della tensione tra uno qualsiasi dei conduttori e il rivestimento metallico del cavo o la terra dell'ambiente circostante, U rappresenta il valore efficace della tensione tra due conduttori qualsiasi del cavo. In nessun caso la tensione massima di esercizio dell'impianto deve essere maggiore della tensione nominale del cavo;



- **Caduta di tensione:** è considerata fra l'origine di un impianto e qualunque punto di utilizzazione e dipende dalla corrente di fase, dalla lunghezza, dalla resistenza e dalla reattanza della linea; dal fattore di potenza dell'utilizzatore. In generale la caduta di tensione deve essere contenuta entro il 4% del valore della tensione di esercizio dell'impianto, su valutazione del progettista possono essere adottati anche i seguenti valori: 3% per cavi di illuminazione; 10% per motori allo spunto;
- **Temperatura massima di esercizio:** è la temperatura ammissibile in esercizio in funzione del materiale con il quale è realizzato l'isolante del conduttore, è compresa tra 60 e 105 °C;
- **Temperatura massima di corto circuito:** è la temperatura che il cavo assume, alcuni istanti prima dell'intervento delle protezioni termiche, a seguito di un surriscaldamento dovuto ad una corrente di corto circuito intensa ma breve;
- **Luogo di installazione:** la scelta del cavo è soggetta alle normative specifiche relative al luogo di installazione (ambienti di pubblico spettacolo, luoghi con pericolo di esplosione o a maggior rischio in caso di incendio, cantieri edili, locali ad uso medico, ecc.);
- **Condizioni di impiego e modalità di posa:** le norme CEI 64-8 con la parte 5 si occupano della scelta ed installazione dei componenti elettrici, in particolare nel capitolo 52, viene definita la scelta e la messa in opera dei cavi in funzione dei tipi di posa ammessi ad esempio: cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura; cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura; cavi posati in aria libera; cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti; cavi multipolari immersi in acqua; cavi posati su passerelle perforate; cavi posati su passerelle non perforate; cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati. Per quanto riguarda la posa interrata, è considerata diretta se il cavo è posato direttamente a contatto con il terreno, mentre è considerata indiretta se il cavo è interrato posato in tubo, condotto o cunicolo. E' considerata posa interrata anche quella effettuata sotto il pavimento di locali coperti posti al piano terra, come ad esempio cantine e/o autorimesse, se è ipotizzabile la presenza di acqua per lunghi periodi. Un cavo, se installato in passerella forata per più del 30% della sua superficie di base, si considera posato in aria libera. Ai fini delle condizioni di impiego assumono particolare importanza la guaina esterna, l'isolante esterno e l'armatura metallica;
- **Raggio minimo di curvatura:** è un dato che dipende dai materiali usati e dalle caratteristiche costruttive del cavo al quale occorre riservare particolare attenzione in quanto il mancato rispetto delle prescrizioni del costruttore, in caso di angoli di curvatura particolarmente stretti, può comportare gravi danni alla funzionalità e alla sicurezza del cavo soprattutto alle basse temperature.
- **Guaina:** se richiesta dovrà avere caratteristiche adatte alle sostanze presenti nell'ambiente;
- **Armatura:** può essere richiesta per ragioni di protezione meccanica o per la presenza di fauna (ad esempio topi)
- **Schermo:** può essere necessario per limitare i disturbi elettrostatici;
- **Comportamento in caso di incendio:** in caso di incendio al cavo può essere richiesta una o più delle seguenti caratteristiche:
 - - non propagazione della fiamma;



- - non propagazione dell'incendio;
- - resistenza al fuoco;
- - ridotta emissione di gas tossici;
- - ridotta emissione di gas corrosivi;
- - ridotta emissione di fumi opachi.
- *Flessibilità* – quando il cavo è utilizzato per uso mobile oltre che essere flessibile deve essere dichiarato adatto per tale impiego dal costruttore;
- *Costo* – costo di acquisto e di esercizio.

Raccomandazioni per l'uso

- I cavi non devono essere danneggiati: da eventuali sistemi di fissaggio; durante le operazioni di posa, trasporto e movimentazione; durante l'immagazzinaggio. Non devono essere sottoposti a sforzi di trazione eccessivi, schiacciamenti, abrasioni, torsioni e in particolare a piegature ad angolo vivo che possono danneggiare l'isolamento, specialmente alle basse temperature. Per un utilizzo appropriato delle varie tipologie di cavo in funzione delle modalità di posa e delle condizioni ambientali, è opportuno consultare le caratteristiche e le condizioni di impiego che il costruttore fornisce con apposita scheda tecnica.
- Per le portate di corrente, in mancanza di dati tecnici forniti dal costruttore, consultare le norme CEI UNEL 35024, 35026, 35027 e CEI 20-21, 20-42. Qualora nel cavo si verifichi una sovracorrente prolungata nel tempo, questa deve essere assunta come corrente di impiego in servizio continuo. In caso di corto circuito, l'energia I^2t lasciata passare dal dispositivo di protezione, non deve causare danni al cavo e/o ad eventuali supporti del cavo stesso.
- L'uso dei colori dell'isolante del conduttore è prescritto dalla tabella CEI UNEL 00722 e dalle norme CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici" e CEI 16-6 "Codice letterale per la designazione dei colori per l'individuazione dei conduttori", in particolare per quanto riguarda i cavi in bassa tensione, il colore blu compreso l'azzurro (codice letterale BU) deve essere usato solo ed esclusivamente per individuare il conduttore di neutro, il colore verde-giallo (codice letterale GNYE) deve essere usato solo ed esclusivamente per individuare il conduttore di terra e/o di protezione e/o di equipotenzialità, mentre i colori nero (codice letterale BK), marrone (codice letterale BN) e grigio (codice letterale GY) sono raccomandati per individuare i conduttori di fase. I colori, oltre a far parte dell'intera massa del rivestimento di protezione, possono rivestire anche solo "superficialmente" la guaina dei cavi ad esempio con nastri isolanti opportunamente colorati e uniformemente distribuiti.

METODOLOGIA DI VERIFICA

Per il dimensionamento dell'impianto ci si è avvalsi di software specifico. Di seguito la metodologia di calcolo e di verifica dei diversi parametri elettrici presenti in campo.

PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

$$\mathbf{I_b \leq I_n \leq I_z}$$
$$\mathbf{I_f \leq 1,45 I_z}$$

Dove

- I_b = Corrente di impiego del circuito
- I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z = Portata in regime permanente della conduttura
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione



PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

$$I_{cc}Max \leq P.d.i.$$
$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove

IccMax =	Corrente di cortocircuito massima
P.d.I. =	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
I ² t =	Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
K =	Coefficiente della conduttura utilizzata 115 per cavi isolati in PVC 135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica 143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato
S =	Sezione della conduttura

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

(Norma CEI 64-8/4 - 413.1.3.3/413.1.4.2/413.1.5.3/413.1.5.5/413.1.5.6)

Per sistemi TN

Se è soddisfatta la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove

U ₀ =	Tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt
Z _s =	Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente
I _a =	Valore in Ampere, della corrente di intervento in 5 sec. o secondo le tabelle CEI 64-8/4 - 41A e/o 48A del dispositivo di protezione

ENERGIA SPECIFICA PASSANTE

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

Dove

I ² t =	valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I ² t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito
K ² S ² =	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
Dove	
K =	coefficiente del tipo di cavo (115,135,143)
S =	sezione della conduttura

CADUTA DI TENSIONE

$$\Delta V = K \times I_b \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

Dove

I _b =	corrente di impiego I _b o corrente di taratura I _n espressa in A
R _l =	resistenza (alla T _R) della linea in Ω/km
X _l =	reattanza della linea in Ω/km
K =	2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
L =	lunghezza della linea



Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove

$T_R =$	è la temperatura a regime espressa in °C
$T_Z =$	è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C
$T_A =$	è la temperatura ambiente espressa in °C
$n =$	è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI - Unel 35024/1)

LUNGHEZZA MAX PROTETTA PER GUASTO A TERRA

$$I_{cc \text{ min a fondo linea}} > I_{int}$$

Dove

$I_{cc \text{ min}} =$	corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.
$I_{int} =$	corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalle tabelle CEI 64-8/4 - 41A, 41B e 48A . (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

LUNGHEZZA MAX

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea e dalla caduta di tensione a fondo linea.

CALCOLO DELLA POTENZA DEL GRUPPO DI RIFASAMENTO

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg \varphi_i - tg \varphi_f)$$

Dove

$Q_c =$	è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.
$P =$	è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.
$tg \varphi_i =$	è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.
$tg \varphi_f =$	è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

FORMULE DI CALCOLO E VERIFICA UTILIZZATE NEL DIMENSIONAMENTO

CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

$$I_{cc} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove

per I_{cc} trifase: U_n = tensione concatenata

$C =$ fattore di tensione

$K = \sqrt{3}$



$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

per I_{cc} fase-fase: U_n = tensione concatenata
 $C =$ fattore di tensione
 $K = 2$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

per I_{cc} fase-neutro: U_n = tensione concatenata
 $C =$ fattore di tensione
 $K = \sqrt{3}$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

per I_{cc} fase-protezione: U_n = tensione concatenata
 $C =$ fattore di tensione
 $K = \sqrt{3}$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protez.})^2}$$

Fattore di tensione

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	I_{ccMAX}	I_{ccmin}
C	1	0.95
R	$R_{20^\circ C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C} (\theta_e - 20^\circ C) \right] R_{20^\circ C}$ (Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20^\circ C}$ è la resistenza del cavo a $20^\circ C$ e θ_e è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo.

CORRENTI DI CORTOCIRCUITO CON IL CONTRIBUTO DEI MOTORI

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left(\frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$



$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:

Z_{mot} = è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti
 R_{mot} = è la resistenza in funzione dei motori predefiniti
 X_{mot} = è la reattanza in funzione dei motori predefiniti

VERIFICA DELLA CHIUSURA IN CORTOCIRCUITO

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_p \leq I_{CM}$$

Dove

I_p = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)
 I_{CM} = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito
 K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{3 * R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} * n$$

Dove:

I_{CU} = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito
 n = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa

Rapporto n tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)

Potere di interruzione in cortocircuito	Fattore di potenza	$n =$	Valore minimo del fattore n <u>potere di interruzione in cortocircuito</u> potere di chiusura in cortocircuito
kA valore efficace			
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7		1,5



$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

QUADRI ELETTRICI

Come si evince dalla documentazione di progetto, si dovrà installare previo cablaggio, un nuovo quadro di reparto.

Note tecnico normative inerenti la costruzione del quadro elettrico

Le norme di riferimento per i quadri elettrici di bassa tensione pubblicate in contemporanea nel gennaio 2010 sono:

- EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali"
- EN 61439-2 (CEI 17-114), "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza",

La EN 61439-1 (CEI 17-113) si applica ai quadri di bassa tensione, indipendentemente dalla forma e dalla dimensione. Un quadro elettrico può essere definito come un'apparecchiatura costituita da una "combinazione di uno o più apparecchi di protezione e/o di manovra, con gli eventuali dispositivi di comando, misura, segnalazione, protezione, regolazione, ecc., completamente montati sotto la responsabilità del costruttore, con tutte le interconnessioni elettriche e meccaniche interne, compresi gli elementi strutturali di supporto".

La norma si applica sia ai quadri costruiti come singolo esemplare sia in grande o piccola serie, sia provati in fabbrica che verificati con metodi analitici o di confronto. La norma non è applicabile ai dispositivi singoli e a unità funzionali autonome che rispondono a specifiche norme di prodotto (es. avviatori di motori, interruttori di manovra con fusibili, apparecchi elettronici, ecc).

A prescindere da chi e da quanti hanno partecipato alla realizzazione del quadro, il soggetto che assume, direttamente ed in modo inequivocabile, ogni responsabilità sul quadro nel suo insieme è il costruttore. In pratica, il costruttore del quadro è individuabile "nell'organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito". La norma infatti identifica il quadro come un componente specifico dell'impianto, eseguito da un costruttore, che si assume la piena responsabilità sulla conformità alle normative vigenti ed il cui nome è riportato su di una targa fissata al quadro stesso.

Nella costruzione vera e propria del quadro si possono identificare le seguenti figure:

- i fornitori dei vari componenti assemblati nel quadro;
- i produttori della carpenteria e delle sbarre;
- gli assemblatori del quadro;
- gli installatori che collocano e collegano il quadro all'interno dell'impianto.

Dato che il quadro può essere realizzato in proprio dall'installatore in questo caso ne diventa anche il costruttore e come tale ne deve garantire personalmente la conformità alla norma. In ogni caso, indipendentemente dalle specifiche competenze, ognuno dei soggetti deve rispondere del proprio lavoro, citare i riferimenti alla specifica norma ed indicare limiti e condizioni per un corretto montaggio dei componenti costituenti il quadro.



I quadri possono anche essere forniti, completi in tutte le loro parti, in sistemi di montaggio che la norma definisce *sistema di quadri cioè: gamma completa di componenti meccanici ed elettrici -involucri, sbarre, unità funzionali, ecc. -, definita dal costruttore originale, che può essere assemblata in accordo con le istruzioni del costruttore originale per ottenere quadri differenti.*

Un quadro è costruito per essere inserito in un impianto elettrico con specifiche caratteristiche. I componenti del quadro, e il quadro nel suo insieme, devono pertanto essere scelti compatibilmente con le caratteristiche dei componenti installati all'esterno del quadro stesso. Le informazioni più importanti, che corrispondono in pratica a quelle fornite dalla Norma, sono di seguito elencate.

- *Tensione nominale del quadro (U_n):* Corrisponde alla tensione del circuito principale del quadro.
- *Tensione nominale di impiego di un circuito (U_e):* È il valore di tensione che, insieme alla corrente, definisce le caratteristiche di impiego di uno specifico circuito.
- *Tensione nominale di isolamento di un circuito (U_i):* E' il valore efficace della tensione di prova dell'isolamento, assegnato dal costruttore del quadro che caratterizza la capacità di tenuta del suo isolamento e le distanze superficiali d'isolamento (la distanza più breve misurata lungo la superficie di un isolante interposto tra due parti conduttrici). La tensione nominale di isolamento determina le prerogative costruttive e le relative prove dielettriche. :
- *Tensione nominale di tenuta a impulso del quadro (U_{imp}):* E' il valore di tensione di tenuta a impulso che caratterizza la capacità di tenuta nei confronti di sovratensioni transitorie. Si tratta in pratica del valore di picco dell'impulso normalizzato (impulso di tensione di 1,2/50 s applicato al quadro cinque volte per ciascuna polarità, in condizioni specificate, ad intervalli di almeno 1 s) che un circuito può sopportare in specifiche condizioni di prova e al quale devono essere correlati i valori delle distanze di isolamento in aria. Tale valore deve essere almeno pari a quello della sovratensione transitoria attribuita al sistema elettrico in cui deve essere inserito il quadro.

La norma EN 61439-1 fornisce le distanze minime d'isolamento in aria che garantiscono la tenuta della tensione a impulso (tabella 1). Secondo la norma, se le distanze in aria sono almeno 1,5 volte rispetto a quelle previste nella tabella che segue è possibile evitare le prove di tenuta a impulso.

Tensione nominale di tenuta a impulso U_{imp} kV	Minime distanze di isolamento in aria (mm)
$\leq 2,5$	1,5
4	3,0
6	5,5
8	8
12	14



- *Corrente nominale di un circuito del quadro (I_{nc}):* È la corrente che un circuito deve essere in grado di portare con continuità (con riferimento alle caratteristiche nominali dei diversi componenti elettrici inseriti nel circuito, della loro disposizione e della loro funzione) senza superare nelle varie parti del circuito i limiti di sovratemperatura indicati dalla norma (la verifica può essere condotta mediante calcoli, prove con corrente, per i quadri contenenti varianti non provate mediante derivazione da configurazioni similari provate).
- *Corrente nominale del quadro (I_{nA}):* E' la più piccola corrente tra:
la somma delle correnti nominali dei circuiti d'entrata che funzionano in parallelo;
la corrente totale che le sbarre principali sono in grado di distribuire nella specifica configurazione del quadro.
- *Fattore nominale di contemporaneità (RDF - Ratea Diversity Factor):* È un fattore moltiplicativo da applicare alle correnti nominali dei circuiti di uscita per ricavare le massime correnti con le quali essi possono essere caricati, contemporaneamente ed in maniera continuativa, tenendo conto delle reciproche influenze termiche. Il fattore di contemporaneità può essere unico per tutto il quadro o diverso per gruppi di circuiti. Il fattore di contemporaneità tiene conto del fatto che normalmente i carichi non sono alimentati simultaneamente. Il quadro può pertanto essere convenientemente dimensionato in relazione alla situazione di esercizio più probabile e non a quella più pesante, tenendo presente che solitamente il fattore di contemporaneità diminuisce all'aumentare del numero dei circuiti di uscita (ovviamente ciascun circuito deve essere in grado di portare la corrente nominale assegnata senza oltrepassare i limiti di sovratemperatura). Il costruttore tra le caratteristiche nominali del quadro potrà indicare anche il fattore di contemporaneità che altrimenti dovrà intendersi uguale a 1.
- *Corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw}):* Corrisponde al valore efficace della corrente di cortocircuito che un circuito del quadro può portare senza danneggiarsi in condizioni di prova specificate. Se non esplicitamente indicata, la durata di tale corrente si intende pari ad un secondo, anche se il costruttore può fissare valori diversi (tipicamente 0,2 s , 0,5 s , 3 s). La corrente nominale ammissibile di breve durata deve essere uguale o maggiore del valore efficace della corrente di cortocircuito presunta I_{cp} . La corrente nominale ammissibile di breve durata del quadro è quella relativa al circuito d'entrata.
- *Corrente nominale di cortocircuito condizionata (I_{cc}):* La corrente nominale di cortocircuito condizionata è il valore efficace della corrente di cortocircuito che un quadro, protetto da un dispositivo di protezione può sopportare senza subire danni per un tempo corrispondente a quello di intervento di questo dispositivo.
- Il dispositivo di protezione (limitatore di corrente, interruttore o fusibile, specificato dal costruttore stesso) può essere direttamente integrato nel quadro, oppure, su indicazione del costruttore del quadro, collocato a monte del quadro. Per un determinato circuito la corrente nominale di cortocircuito condizionata deve essere uguale o maggiore della corrente di cortocircuito presunta I_{cp} . Le correnti I_{cw} e I_{cc} sono tra loro alternative e servono per specificare e verificare la tenuta al cortocircuito del quadro.



- *Corrente nominale ammissibile di picco (I_{pk}):* La corrente nominale ammissibile di picco è il valore istantaneo massimo della corrente di cortocircuito che un circuito del quadro può portare in condizioni di prova prefissate ai fini delle sollecitazioni elettromeccaniche. La corrente nominale ammissibile di picco deve essere uguale o maggiore del valore di picco della corrente di cortocircuito presunta.
- *Frequenza nominale (f_n):* È il valore di frequenza alla quale riferire le condizioni di funzionamento del quadro. Ove non diversamente specificato è ammessa una variazione dalla nominale del $\pm 2\%$.
- *Grado di protezione IP:* Il grado di protezione IP indica il livello di protezione dell'involucro contro l'accesso a parti pericolose, contro l'ingresso di corpi solidi e di liquidi (EN 60529 - CEI 70-1). Se non altrimenti specificato, il grado di protezione si estende a tutto il quadro in condizioni di funzionamento normale, ad esempio con porta chiusa.
- *Protezione contro l'impatto meccanico (codice IK):* Si tratta di sistema di codifica che fornisce informazioni relativamente agli urti a cui un involucro è in grado di resistere. Il codice è formato dalle lettere *IK* seguite da un numero, da uno a dieci, attinente all'energia di impatto sopportabile (norme EN 50102 - CEI 70-3 ed EN 60068-2-75- CEI 104-1).
- *Compatibilità elettromagnetica (EMC):* Un apparecchio deve poter funzionare in un determinato ambiente elettromagnetico senza che perturbazioni elettromagnetiche prodotte da altri apparecchi possono disturbarlo e viceversa. La progettazione e la costruzione dei quadri devono pertanto essere conformi ad alcuni requisiti essenziali per quanto riguarda la compatibilità elettromagnetica che la direttiva 2004/108/CE, definisce come: *"l'idoneità di un'apparecchiatura a funzionare nel proprio campo elettromagnetico in modo soddisfacente e senza produrre perturbazioni elettromagnetiche inaccettabili in altre apparecchiature in tale campo"*. La succitata direttiva esclude dall'applicazione le apparecchiature che, per loro natura e per le loro caratteristiche fisiche:
 - sono incapaci di generare o contribuire a generare emissioni elettromagnetiche che superano un livello compatibile con il regolare funzionamento delle apparecchiature radio e di telecomunicazione e di altre apparecchiature;
 - funzionano senza deterioramento inaccettabile in presenza delle perturbazioni elettromagnetiche abitualmente derivanti dall'uso al quale sono destinate.
- Le diverse parti di un quadro come, carpenteria, sbarre, cavi, morsetti, ecc.. sono evidentemente escluse dal campo di applicazione della direttiva EMC, mentre occorre considerare la presenza di eventuali dispositivi elettronici, più esposti ma anche capaci di *generare emissioni elettromagnetiche*. Nella scelta e installazione dei vari componenti il costruttore del quadro dovrà quindi accertare la compatibilità dei componenti fra loro e con l'ambiente di installazione del quadro. Si considerano, per la maggioranza dei quadri, due categorie di ambienti indicate con le lettere A e B.
- **Ambiente A** - Reti alimentate da un trasformatore di alta o media tensione al servizio di impianti manifatturieri o simili, previsto per funzionare in ambito industriale o nelle vicinanze. Tali ambienti industriali sono caratterizzati dalla presenza di frequenti commutazioni di carichi fortemente induttivi o capacitivi con correnti e campi magnetici associati elevati.



- **Ambiente B** - Reti di distribuzione di bassa tensione pubbliche o circuiti alimentati in c.c. (interfaccia tra l'apparecchiatura e la rete pubblica di bassa tensione, ad esempio UPS o alimentazione a batteria).

La stessa categoria d'ambiente è applicabile anche alle reti di distribuzione di bassa tensione non pubbliche, purché non industriali, diversamente si ricade nuovamente nell'ambiente A.

Sono ambienti di tipo B gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera. Un elenco di alcuni tipici ambienti comprende:

- *immobili residenziali, per es. case, appartamenti;*
- *punti vendita, per es. negozi, supermercati;*
- *locali professionali, per es. uffici, banche;*
- *aree di intrattenimento pubblico, per es. cinema, bar, discoteche.*

Semplificando si può dire che appartengono alla categoria B tutte le installazioni di bassa tensione che non sono comprese fra gli ambienti di tipo A.

In relazione ai valori di compatibilità elettromagnetica dei vari componenti incorporati nel quadro, espressi dai rispettivi costruttori, il costruttore del quadro dovrà indicare a quale categoria ambientale, A o B, appartiene il quadro.

Ogni quadro deve possedere una targa sulla quale devono essere riportate in modo permanente le principali informazioni tecniche. Deve essere indicato necessariamente:

- *il nome o il marchio di fabbrica del costruttore;*
- *il tipo o numero di identificazione o altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni fondamentali;*
- *la data di costruzione;*

la norma EN 61439-X dove la parte "X" deve essere identificata in relazione alla norma di prodotto applicabile al tipo di quadro. Sulla targa deve essere obbligatoriamente stampigliato, in modo permanente, nome o marchio di fabbrica del costruttore che si assume la responsabilità del quadro. Ulteriori indicazioni, alcune, in relazione al tipo di quadro, solo quando applicabili, devono essere fornite nella documentazione tecnica che accompagna il quadro (eventualmente riportate anche in targa):

- *tensione nominale (U_n);*
- *tensioni nominali di impiego dei circuiti (U_e);*
- *tensione nominale di tenuta a impulso (U_{imp});*
- *tensione nominale di isolamento (U_i);*
- *corrente nominale del quadro (I_n);*
- *corrente nominale di ogni circuito (I_{nc});*
- *corrente nominale ammissibile di picco (I_{pk});*
- *corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw});*
- *corrente nominale di cortocircuito condizionata (I_{cc});*
- *frequenza nominale (f_n);*
- *fattore nominale di contemporaneità (RDF);*
- *grado di protezione (grado IP);*



- protezione contro l'impatto meccanico (grado IK);
- grado di inquinamento;
- modi di collegamento a terra;
- installazione all'interno e/o all'esterno;
- quadro fisso o mobile;
- utilizzo da parte di persone istruite o comuni;
- classificazione della compatibilità elettromagnetica (EMC);
- condizioni speciali di servizio;
- configurazione esterna (es. quadro chiuso, aperto, ad armadio, a banco, ecc..);
- tipo di costruzione, esecuzione fissa o con parti asportabili;
- misure di protezione aggiuntive contro l'elettrocuzione;
- dimensioni esterne e peso (se superiore ai 30 kg)
- tenuta al cortocircuito e natura dei dispositivi di protezione contro il cortocircuito

Il costruttore deve indicare su documenti che accompagnano il quadro le eventuali condizioni per un adeguato e corretto trasporto, una corretta installazione e messa in servizio e le istruzioni per un regolare funzionamento e una adeguata manutenzione. Oltre a questo si devono precisare le eventuali misure da adottare per quanto concerne la compatibilità elettromagnetica relativamente all'installazione, al funzionamento e alla manutenzione. All'interno del quadro devono poter essere identificabili i singoli circuiti ed i loro dispositivi di protezione.

Nei vari punti del quadro non devono essere superate le temperature tollerabili dai diversi componenti. La verifica può essere condotta con uno dei metodi seguenti:

- prova a carico (si caricano i circuiti alla corrente nominale fissata dal costruttore attraverso opportuni coefficienti di contemporaneità nominali e si misurano le temperature con adatte termo sonde);
- per estrapolazione (si derivano dai valori ottenuti da un quadro simile provato);
- calcoli

La norma EN 61439-1 riporta due metodi di calcolo, calcolo delle potenze dissipate, per quadri con corrente nominale fino a 630 A e singola cella, e calcolo secondo la norma CEI 17-43, per quadri con corrente nominale non superiore 1600 A.

In quadri con scomparto singolo fino a 630 A la somma delle potenze dissipate all'interno del quadro da apparecchi e conduttori, tenuto conto della potenza dissipabile dall'involucro, non deve determinare una sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro superiore a quella sopportabile dai vari apparecchi come dichiarato dal costruttore dell'apparecchio nel normale funzionamento.

Per quadri con corrente nominale non superiore 1600 A, ci si può riferire alla norma CEI 17-43, la cui applicabilità presuppone però l'accertamento delle seguenti condizioni:

- la potenza dissipata dai vari componenti è indicata dal costruttore del componente stesso;
- la distribuzione della potenza dissipata all'interno dell'involucro è pressoché uniforme;



- la corrente nominale di ciascun circuito non eccede l'80% della corrente convenzionale termica in aria libera (I_{th}) degli apparecchi di manovra e dei vari componenti elettrici inclusi nel circuito la struttura meccanica e le apparecchiature installate sono disposte in modo da non impedire significativamente la circolazione dell'aria;
- i conduttori che portano correnti maggiori di 200 A e le parti strutturali adiacenti sono sistemate in modo tale da limitare la formazione di correnti parassite e le perdite per isteresi;
- tutti i conduttori hanno una sezione minima, determinata in base alla loro portata, almeno pari a quella indicata nella norma IEC 60364-5-52 (tabella CEI UNEL 35024/1).
- per gli involucri con ventilazione naturale l'area delle aperture di uscita dell'aria è almeno 1,1 volte l'area delle aperture di entrata;
- non ci sono più di tre diaframmi orizzontali nel quadro o in o in uno scomparto del quadro (diaframma è l'elemento che separa una cella dalle altre celle);
- per involucri con celle e ventilazione naturale, l'area delle aperture di ventilazione in ogni diaframma orizzontale non è inferiore al 50% della sezione orizzontale della cella.

La norma consente di calcolare la sovratemperatura dell'aria a mezza altezza e nella parte superiore del quadro e di interpolare questi valori per le altezze intermedie. Per determinare la temperatura dell'aria a metà altezza all'interno del quadro la norma propone la formula

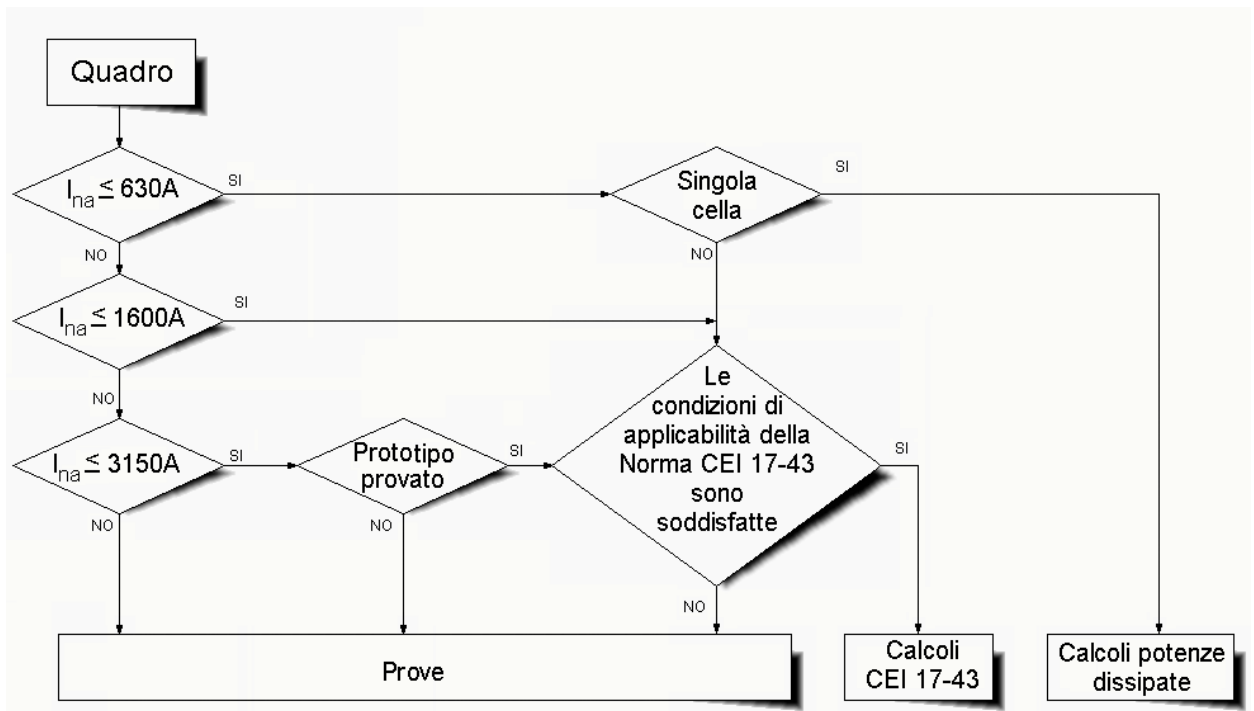
$$\Delta t_{0,5} = k \times P^x$$

dove $0,5 \Delta t$ è la temperatura media all'interno del quadro, k è la costante d'involucro, P è la potenza termica dissipata dai componenti contenuti nell'involucro, x è un esponente variabile da 0,7 a 0,8 in relazione all'aerazione.

La sovratemperatura massima alla sommità del quadro si può invece ricavare per mezzo della relazione

$$1,0 \Delta t_{0,5} = c \times \Delta t,$$

dove c è il fattore di distribuzione della temperatura dell'involucro. La temperatura dell'aria, calcolata all'altezza d'installazione di ogni apparecchio, non deve superare la temperatura ammissibile dell'aria ambiente dichiarata dal costruttore per quell'apparecchio.



Le protezioni contro i contatti diretti si realizza, nella grandissima maggioranza dei quadri, mediante involucri in lamiera o in resina che assicurano un grado di protezione almeno uguale a IPXXB.

Per quanto riguarda invece la protezione contro i contatti indiretti, se il quadro è metallico, normalmente si ricorre alla messa a terra coordinata con un dispositivo di interruzione dell'alimentazione (non necessariamente installato nell'interno del quadro).

Come è noto nei sistemi TT si ricorre all'intervento di un interruttore differenziale quando la tensione totale di terra supera 50 V, mentre nei sistemi TN all'intervento di un interruttore automatico entro 0,4 s in presenza di una corrente di guasto data dal rapporto fra la tensione di fase e l'impedenza dell'anello di guasto U_0/Z_S .

La sezione del conduttore di protezione può essere ricavata con la nota formula:

$$S_{PE} = \sqrt{I^2 t / k}$$

ricordando che t è il tempo massimo di interruzione del guasto in secondi e k è un coefficiente che dipende dalla temperatura finale tollerabile sul conduttore PE.

Il conduttore PEN deve avere una sezione non inferiore a quella necessaria per il conduttore di neutro, con un minimo di 10 mm² per il rame e 16 mm² per l'alluminio.

La protezione può essere ottenuta con doppio isolamento se le parti attive oltre al normale isolamento funzionale sono completamente contenute in involucri isolanti affinché sia reso impossibile, anche durante le abituali manovre, entrare in contatto con parti metalliche casualmente in tensione.

Fonti: *voltimum, elettrokit, ABB, Schneider*



SVILUPPO DEGLI IMPIANTI NELLE ZONE OPERATIVE E DI SERVIZIO

Come risulta evidenziato nelle planimetrie allegate gli impianti dei reparti operativi saranno eseguiti in esterno a mezzo di passerelle dotate di coeprchio in A-Zn.

L'illuminazione normale sarà determinata da corpi illuminanti dotate di tecnologia LED, alimentate dalle blindo luce poste in campo. Analogamente si alimenteranno i corpi illuminanti per emergenza di tipo autoalimentato.

Saranno previste prese di servizio di tipo CEE 17 con grado di protezione IP55 minimo da installarsi nelle posizioni indicate in planimetrie e concordate con il Committente.

Gli impianti in derivazione dalla canalizzazione dorsale saranno realizzati con tubazioni in PVC.

Nelle zone destinate a spogliatoi e mensa, gli impianti si svilupperanno in esterno a mezzo di tubazioni in PVC rigido autoestinguente attestato a cassette di derivazione pure esse in PVC entro le quali si effettueranno le giunzioni dei conduttori a mezzo di morsetture movibili solo con attrezzo.

Le prese di servizio saranno in parte del tipo CEE 17, ed in parte del tipo con alveoli protetti poste in cassetta di contenimento dedicata in modo, da garantire un adeguato grado di protezione. In modo analogo saranno costruiti i comandi per le accensioni dei corpi illuminanti previsti che, anche in questo caso saranno del tipo a LED come si rileva dalle allegate planimetrie.

I cavi impiegati per la distribuzione degli impianti saranno del tipo N07V-K. La sezione di detti cavi non scenderà mai al di sotto di 1,5mmq per i circuiti luce e 2,5mmq per i circuiti prese e di servizio (split).

NUMERO MASSIMO CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI <i>(tra parentesi il numero di cavi di comando e segnalazione)</i>									
\varnothing -est./ \varnothing -int.	Sezione dei cavi in mm ²								
mm	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	2			
25/19,8			(12)	9	7	7	4		
32/26,4					12	9	7	7	3

SERVIZI IGIENICI PARTICOLARITA' DEGLI IMPIANTI

Per quanto riguarda la progettazione degli impianti elettrici nei servizi igienici, sono state seguite scrupolosamente le indicazioni della Norma CEI 64-8/7 (sez. 701).

Per i locali igienici la vigente normativa esprime prescrizioni ben precise alle quali, ci si deve scrupolosamente attenere. Le prescrizioni sotto citate si applicano alle vasche da bagno, ai piatti doccia ed alle loro zone circostanti dove il rischio relativo ai contatti elettrici è aumentato dalla riduzione della resistenza corporea e dal contatto del corpo con il potenziale di terra. I locali da bagno vengono suddivisi in quattro zone per ognuna delle quali valgono regole particolari:



- I. *zona 0 : è il volume della vasca o del piatto doccia; è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico.*
- II. *zona 1 : è il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 metri dal pavimento oppure in assenza di uno di questi è il volume verticale che si estende a partire da 0,6 metri dal soffione della doccia; sono ammessi: lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ridotta ulteriormente rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V. Nessuna apparecchiatura elettrica con caratteristiche diverse da quelle più sopra definite. Sono ammessi tiranti isolanti per azionare interruttori o apparecchiature simili. I componenti elettrici permessi dovranno avere un grado minimo di protezione IPX4 e IPX5, nel caso di bagni pubblici o destinati a comunità, causa l'uso di getti d'acqua per la pulizia.*

Se manca il piatto doccia manca pure la zona 0. In questo caso il solido che delimita la zona 1 è un cilindro, con raggio di 0,6 m e con il centro nel soffione della doccia, che si sviluppa verticalmente verso il basso sotto il soffione. Se il soffione è mobile il centro può essere individuato nella posizione di aggancio del soffione stesso. Se il fondo della vasca da bagno o del piatto doccia si trova a più di 0,15 m al di sopra del pavimento, il punto limite di tale zona è situato a 2,25 m al di sopra di questo fondo. La zona 1 si estende anche al di sotto della vasca da bagno.

- III. *zona 2 : è il volume compreso tra il limite esterno della zona 1 ed un altro parallelo ad esso a 0,60 metri di distanza esteso verticalmente fino all'altezza di 2,25 metri dal pavimento; sono ammessi: lo scaldabagno, apparecchi alimentati da un sistema di tipo SELV, apparecchi di illuminazione e di riscaldamento e unità per vasche da bagno per idromassaggi di classe I e classe II, purché soddisfino le relative Norme previste. È consentita inoltre, l'installazione di prese a spina, alimentate da trasformatori di isolamento di Classe II di bassa potenza incorporati nelle stesse prese a spina, e di interruttori di circuiti SELV, alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o 30 V in c. c e con sorgente di sicurezza esterna alle zone 0, 1 e 2. I componenti elettrici permessi dovranno avere un grado minimo di protezione IPX4 e IPX5, nel caso di bagni pubblici o destinati a comunità, causa l'uso di getti d'acqua per la pulizia.. Sono ammessi tiranti isolanti per azionare interruttori o apparecchiature simili.*
- IV. *zona 3: è il volume al di fuori della zona 2 per una superficie di larghezza di 2,40 metri (e quindi 3 metri oltre la vasca o il piatto doccia) estesa verticalmente per 2,25 metri di altezza; sono ammessi: componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP X1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso IP X5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. . Sono ammessi tiranti isolanti per azionare interruttori o apparecchiature simili. Inoltre l'installazione di prese a spina, interruttori ed altri apparecchi di comando deve soddisfare una delle seguenti condizioni:*
- *bassissima tensione con limite 50 V. Le parti attive del circuito SELV devono comunque essere protette contro i contatti diretti;*
 - *trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;*
 - *interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30mA.*

Le condutture di alimentazione delle apparecchiature situate all'interno delle zone 1 e 2 devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante. Non sono ammesse cassette di derivazione o di giunzione nelle zone 0, 1 e 2.



Nelle zone 1, 2, 3 possono essere installati elementi riscaldanti annegati nel pavimento e previsti per riscaldare il locale, purché siano ricoperti da una griglia metallica messa a terra o da uno schermo metallico messo a terra e connesso al collegamento equipotenziale supplementare in accordo alla CEI 64-8/4:413.1.6.1 che in questo caso collega tutte le masse estranee delle zone 1, 2 e 3 con i conduttori di protezione di tutte le masse situate in queste zone.

Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

Tutte le masse estranee devono essere collegate al nodo di terra mediante un conduttore equipotenziale con sezione non inferiore a $2,5 \text{ mm}^2$ se con protezione meccanica (tubo protettivo) o non inferiore a 4 mm^2 se non è prevista protezione meccanica.

Devono essere collegate a terra le condutture metalliche dell'acqua calda e fredda, del gas, degli scarichi, dei caloriferi. I collegamenti possono essere effettuati all'ingresso delle tubazioni nel bagno e non è necessario che siano accessibili.

L'installazione di componenti elettrici nei bagni-doccia è limitata allo stretto necessario per ridurre nelle zone più pericolose il pericolo di elettrocuzione. Per questo motivo nella zona 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico, anche se a bassissima tensione di sicurezza.

Per quanto riguarda le condutture queste sono ammesse incassate ad una profondità di almeno 15 cm nelle tre zone che caratterizzano i locali igienici. Condotture in vista o incassate a meno di 15 cm sono ammesse nelle zone 1 e 2 purché presentino un isolamento di classe II e limitatamente al tratto necessario ad alimentare gli apparecchi utilizzatori che possono essere installati in quella zona.

Per quanto riguarda i dispositivi di comando, protezione e sezionamento, nella zona 1 sono vietati gli apparecchi e le prese a spina ad esclusione di: interruttori di circuiti SELV alimentati con una tensione non superiore a 12 V c.a. o non superiori a 30 V c.c. con sorgenti di alimentazione situate fuori dalle zone 2 e 1, tiranti isolanti purché si utilizzino apparecchi conformi a specifiche normative tecniche. Nella zona 2 sono vietati gli apparecchi e le prese a spina ad esclusione di: interruttori di circuiti SELV alimentati con una tensione non superiore a 12 V c.a. o non superiori a 30 V c.c. con sorgenti di alimentazione situate fuori dalle zone 2 e 1.

Tiranti isolanti purché si utilizzino apparecchi conformi a specifiche normative tecniche, prese a spina alimentate da trasformatore di isolamento a bassa potenza incorporato nella spina stessa interruttori incorporati negli apparecchi utilizzatori ammessi per l'installazione nella zona 2.

Nella zona 3 sono ammessi tutti i componenti purché la protezione contro i contatti indiretti sia ottenuta per mezzo di:

- a) protezione di ogni singolo componente mediante separazione elettrica
- b) alimentazione tramite circuiti SELV
- c) protezione mediante interruttore differenziale con I_{dn} non superiore a 30 mA

In particolare, nei servizi igienici destinati a portatori di handicap, oltre al normale impianto elettrico la cui distribuzione è ben visibile nelle allegate planimetrie, si provvederà alla installazione di un pulsante a tirante posto in prossimità della tazza che, se azionato, provvederà alla attivazione di una segnalazione ottico-acustica posta sia nella stanza medesima che in posto presidiato: la disattivazione del segnale sarà determinata da un pulsante di reset posto nel locale wc medesimo.



CALCOLI ILLUMINOTECNICI

La presente relazione tecnica è di supporto ai calcoli illuminotecnici allegati i quali sono stati effettuati specifici per i corpi illuminanti predefiniti.

I calcoli illuminotecnici sono eseguiti sulla base dei dati forniti dalla Committenza sia in relazione alle attività che nel volume verranno svolte che per quanto concerne gli arredi ed il colore delle pareti, soffitti e pavimentazione. Sulla base dei dati forniti e di quanto richiesto dalla vigente normativa in allegato i calcoli illuminotecnici relativi agli ambienti da illuminare.

Il Dlgs 81/08 e s.m.i. pone in capo al datore di lavoro l'obbligo alla valutazione dei rischi a cui sono sottoposti i dipendenti durante il lavoro. Tra questi rischi, va valutato anche il rischio legato all'illuminazione. Tale valutazione può essere effettuata attraverso l'ausilio di opportune check-list che permettano di individuare la presenza o l'assenza del rischio.

Il calcolo dell'illuminamento ha lo scopo di fornire un adeguato illuminamento ai locali e può essere impostato con rigore scientifico solo in pochi casi teorici. I metodi tradizionali per il calcolo del flusso luminoso, si basano sull'impiego del fattore di utilizzazione (U).

La scelta e la collocazione delle sorgenti luminose e dei relativi apparecchi illuminanti, sono strettamente legate alla struttura architettonica dei locali da illuminare, con il colore e le proprietà riflettenti delle pareti e dei pavimenti.

Per la determinazione del numero delle lampade occorrenti per ottenere il massimo rendimento possibile, devono essere presi in considerazione, oltre a quanto definito dalla vigente normativa, diversi fattori che dipendono:

- *dalla superficie del locale,*
- *dall'illuminamento medio desiderato sul piano di lavoro*
- *dal tipo di apparecchio illuminante adottato*
- *dalla larghezza e lunghezza del locale in rapporto all'altezza*
- *dalle sorgenti luminose*
- *dal potere riflettente delle pareti e del soffitto*
- *dal grado di manutenzione dell'impianto previsto*

Il metodo del fattore di utilizzazione o del flusso totale, utilizzato in questa procedura di calcolo, è basato sulla conoscenza di una serie di fattori forniti dall'esperienza ed è di comodo impiego quando si conoscono almeno approssimativamente i fattori di riflessione delle pareti e del soffitto. Si chiama fattore di utilizzazione U il valore del seguente rapporto:

dove:

- Φ_u è il flusso utilizzato ed effettivamente ricevuto sul piano di lavoro
- Φ_e è il flusso emesso dalle lampade nude.

Il fattore di utilizzazione è una grandezza dimensionale che indica in quale percentuale il flusso emesso dalla sorgente venga effettivamente utilizzato, (una parte va infatti perduta (Φ_e) in quanto assorbita dalle pareti del locale e dell'apparecchio stesso). Questo fattore viene ricavato sperimentalmente ed è funzione di:

- tipo di corpo illuminante



- fattore di riflessione del pavimento, soffitto e pareti
- struttura geometrica del locale
- distanza della sorgente dal soffitto
- distanza della sorgente dal piano di lavoro dal pavimento

Le grandezze geometriche che, a parità di altre condizioni influiscono sul fattore di utilizzazione possono essere utilmente caratterizzate da un numero puro chiamato indice del locale (K). Per l'illuminazione diretta, semi diretta e mista l'indice (d) del locale dipende dalle dimensioni dell'ambiente larghezza, lunghezza e dall'altezza di sospensione degli apparecchi illuminanti dal piano di lavoro, l'indice è espresso con la seguente formula:

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

dove:

- a esprime la larghezza del locale in m.
- b esprime la lunghezza del locale in m.
- h esprime l'altezza di installazione della sorgente a 0.8 m dal pavimento.

Per l'illuminazione indiretta e semidiretta, al posto dell'altezza di sospensione h va invece considerata l'altezza del soffitto H sul piano di lavoro, la formula diventa:

$$K = \frac{a \cdot b}{H(a + b)}$$

L'indice del locale K è inferiore a 1 per i locali alti e stretti e per quelli bassi e ampi. Il fattore di utilizzazione U varia assai poco per valori di K maggiori di 5, per cui si potrà adottare per K il valore di 5, senza commettere errori apprezzabili, anche quando dalla formula si ottiene un valore maggiore. La formula risolutiva per il calcolo di un impianto di illuminazione con il metodo del flusso totale è la seguente:

$$N \cdot \phi = \Phi = \frac{E \cdot A}{U \cdot M}$$

essendo:

- N Il numero delle lampade
- ϕ il flusso iniziale di ciascuna lampada nuda in lumen
- il flusso globale emesso dalle lampade nude supposte tutte uguali in lumen Φ
- E l'illuminamento medio sul piano di lavoro in lux
- A la superficie del piano utile in m²
- U il fattore di utilizzazione



SEZIONAMENTO GENERALE DEGLI IMPIANTI DALL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Il termine comando di emergenza può essere usato per indicare

- *sia una interruzione di emergenza, cioè una operazione destinata ad interrompere l'alimentazione di energia elettrica a tutto l'impianto, o ad una sua parte, quando si presenta un rischio di shock elettrico od altro rischio di origine elettrica*
- *sia una chiusura di emergenza e cioè una operazione destinata a fornire energia elettrica ad una parte d'impianto destinata ad essere utilizzata in situazioni di emergenza.*

Il comando di emergenza deve quindi discriminare tra:

- *parti dell'impianto che devono essere sezionate perché pericolose (es. in modo da consentire l'uso dell'acqua per estinguere un incendio);*
- *parti dell'impianto che devono restare alimentate perché necessarie (tipicamente: pompe antincendio, illuminazione di sicurezza di un locale di pubblico spettacolo, etc.);*
- *parti dell'impianto che devono venire alimentate proprio dal comando di emergenza per contrastare la situazione di pericolo (es. azionamento di porte tagliafuoco).*

Il comando di emergenza quindi deve agire selettivamente e non in maniera indiscriminata su tutto l'impianto ed il suo obiettivo quindi deve essere quello di mettere in sicurezza, disalimentando tutte le parti di impianto non necessarie e/o pericolose e lasciando alimentati i circuiti che servono per gestire l'emergenza.

Mettere in sicurezza significa ad esempio:

- *Bloccare o limitare la propagazione di un incendio, agendo sulle pompe di trasporto di liquidi infiammabili*
- *Impedire una possibile esplosione agendo sulle valvole di intercettazione di un gas*
- *Permettere lo spegnimento di un incendio con acqua, senza pericolo di folgorazione*
- *Fermare i movimenti pericolosi di macchine che sono azionate elettricamente*
- *Eliminare una possibile causa di innesco elettrico di un incendio*
- *Lasciare alimentati i circuiti dei servizi utili in caso di emergenza (illuminazione, rilevazione incendi, rilevazione fumi, porte azionate elettricamente, diffusione sonora antipanico, ascensori per l'evacuazione, etc.)*

caratteristiche del comando di emergenza

- *Deve essere innescabile solo tramite azione manuale, cioè deve essere affidato alla valutazione della situazione di pericolo da parte dell'uomo, quando altri sistemi automatici di protezione non sono intervenuti, o non sono stati sufficienti;*



- Deve essere facilmente accessibile non soltanto a personale specializzato, ma potenzialmente a tutti per consentirne l'azionamento in modo immediato, e quindi non può essere posto in quadri o locali chiusi a chiave;
- Deve essere prevalente su eventuali altri comandi;
- Deve interrompere l'alimentazione con un'unica azione, anche se esistono più alimentazioni al locale su cui agire.
- Deve essere realizzato attraverso un organo di comando (pulsante a fungo, interruttore rotativo, interruttore automatico, maniglia, comando a pedale, comando a fune, comando a leva, etc.) di colore rosso su sfondo di contrasto (in genere giallo);
- Non deve essere realizzato attraverso prese a spina;
- Deve essere disposto in modo da essere facilmente identificabile, anche tramite cartelli;
- Non deve essere consentita la rialimentazione, dopo avere azionato il comando di emergenza, senza una chiara azione volontaria da parte di personale addestrato;
- Deve essere in grado di interrompere la corrente di pieno carico della parte di impianto su cui deve agire;
- Deve garantire una completa affidabilità nel tempo, anche se il suo azionamento è molto raro;
- In caso di rischio di folgorazione, deve interrompere tutti i conduttori attivi, ad eccezione del PEN.

Ubicazione del comando di emergenza

Normalmente deve essere posto all'esterno del locale sul quale si vuole agire, in posizione facilmente e sempre accessibile. A volte, questa ubicazione può comportare problemi a causa di azionamenti irresponsabili da parte di persone inesperte ed inconsapevoli del danno che è possibile provocare. Se esiste questo rischio è possibile adottare una delle seguenti soluzioni:

- proteggere il comando attraverso una custodia con vetro a rompere, in genere con grado di protezione IP55;
- installare il comando in un locale nelle vicinanze del locale pericoloso, sempre segnalandone chiaramente l'ubicazione;
- installare il comando all'interno del locale, in genere nelle immediate vicinanze dell'ingresso, segnalandone in maniera chiara il posizionamento, attraverso cartelli e indicazioni;

Schemi di collegamento del comando di emergenza

Il comando di emergenza può essere realizzato con due filosofie circuitali differenti:



- **Tramite un comando diretto sul circuito di potenza.** In questo caso il comando di emergenza agisce direttamente sulla/e linea/e di alimentazione da interrompere e/o chiudere. E' il metodo più sicuro ed affidabile, anche se presenta i rischi di far transitare la linea di potenza all'esterno del locale. Per comandare direttamente l'emergenza si possono utilizzare interruttori automatici magnetotermici modulari o scatolati, o interruttori di manovra non automatici.
- **Tramite un dispositivo che agisce sul circuito di comando** (alimentato normalmente, ma non necessariamente, a bassissima tensione di sicurezza SELV). Le soluzioni circuitali adottabili sono in questo caso due:
- **Interruttore con bobina di sgancio "di minima tensione", azionato da pulsante con contatto in apertura** (normalmente chiuso). In questo caso il contatto del pulsante è normalmente chiuso e la bobina è percorsa da corrente. Il difetto di questa soluzione è che, in caso di assenza della tensione di rete o anche soltanto di un buco di tensione, la bobina non risulta più percorsa da corrente, come conseguenza il contatto del pulsante si apre, e si ottiene un intervento di emergenza indesiderato. La soluzione circuitale realizzata normalmente per ovviare a questo inconveniente, è quella di utilizzare dispositivi che oltre alla bobina di sgancio possiedono un soccorritore, alimentato da una batteria in tampono, il quale mantiene alimentata la bobina anche in caso di mancanza della tensione di rete. Ovviamente, per mantenere in efficienza il comando di emergenza, occorre periodicamente (seguendo le indicazioni del costruttore) controllare lo stato di efficienza delle batterie. Occorre anche dire comunque che la soluzione con batteria + soccorritore, non sempre è economicamente sostenibile od accettabile per piccoli impianti, nei quali può essere quindi preferibile la soluzione più semplice anche se più fragile, in cui si agisce sulla bobina di sgancio di un contattore;
- **Interruttore con bobina di sgancio "a lancio di corrente", azionato da pulsante con contatto in chiusura** (normalmente aperto). In questo caso il contatto del pulsante è normalmente aperto e la bobina non è percorsa da corrente. La norma CEI 64-8 permette questa soluzione solo se accompagnata da una segnalazione luminosa che indichi l'integrità funzionale del circuito.

Fonti: voltimum, elektrokit, ABB, Schneider

Alla luce di quanto sopra esposto, viste le dimensioni del manufatto, si installeranno in posizione visibile e segnalata pulsanti di sgancio completi di segnalazione ottica necessaria ad indicare l'integrità del circuito. Il posizionamento dei pulsanti è in linea generale previsto nelle immediate vicinanze dell'ingresso della cabina elettrica, ed in prossimità dei quadri elettrici generali di reparto, comunque è rilevabile nelle allegate planimetrie.

L'azionamento di uno dei pulsanti dei relativi reparti, determinerà l'apertura della bobina di sgancio prevista sulla protezione AMT diff. Generale posta nel quadro elettrico generale di bassa tensione di riferimento.

Sarà poi prevista l'apertura della protezione generale a valle del trasformatore MT/bt, in cabina elettrica, tramite pulsante dedicato, in modo da sezionare tutto il complesso.



IMPIANTO DI MESSA A TERRA E MODALITA' DI DIMENSIONAMENTO

Premessa

Secondo la funzione che è chiamato ad assolvere un impianto di terra può distinguersi in:

- *messa a terra di protezione* - collega tutte le parti metalliche degli impianti e degli apparecchi utilizzatori con lo scopo di limitare o, agevolando l'interruzione del circuito guasto, di eliminare le tensioni pericolose che potrebbero applicarsi alla persona che venisse malauguratamente a contatto con un involucro metallico in difetto di isolamento. La messa a terra di protezione riguarda anche gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, i sistemi di scarico a terra di cariche elettrostatiche, la messa a terra di apparecchiature elettroniche che presentano correnti di dispersione elevate anche in condizioni di normale funzionamento.
- *messa a terra per lavori* - ha lo scopo di mettere in sicurezza una parte di impianto momentaneamente fuori servizio per esigenze di manutenzione
- *messa a terra di funzionamento* - serve a garantire il regolare funzionamento degli impianti come nel caso della messa a terra del centro stella dei sistemi elettrici di alta tensione.

Componenti fondamentali dell'impianto di terra

- *dispersore intenzionale o artificiale (DA), ottenuto mediante picchetti (puntazze) infissi verticalmente nel terreno, nastri, piastre oppure corde nude interrate orizzontalmente;*
- *dispersore di fatto o naturale (DN), costituito da strutture metalliche interrate come ferri d'armatura, tubazioni metalliche dell'acqua (non sono solitamente utilizzabili le tubazioni dell'acquedotto pubblico), schermi metallici dei cavi, ecc.;*
- *conduttore di terra (CT), collega i dispersori fra loro e al collettore principale di terra, gli eventuali tratti di corda nuda a contatto col terreno devono essere considerati parte del dispersore. E' consigliabile proteggere la parti interrate e quelle emergenti mediante tubi per migliorare le difese contro la corrosione e contro gli urti;*
- *collettore principale di terra, è il nodo principale, realizzato mediante sbarra o morsettiera, al quale fanno capo le diverse parti dell'impianto;*
- *collegamenti equipotenziali principali (EQP), collegano al collettore principale di terra le masse estranee (tubazioni dell'acqua, del gas, ecc..) entranti alla base dell'edificio;*
- *conduttore di protezione principale montante (PE), connette il collettore principale di terra con i PE di collegamento alle masse e con i conduttori equipotenziali di collegamento alle masse estranee;*
- *derivazione principale sul PE con collegamento passante senza interruzione del PE montante;*
- *conduttore di protezione secondario (PE), collega le masse al collettore principale di terra tramite il PE montante;*



- collegamenti equipotenziali supplementari (EQS), collegano le masse estranee fra loro e al conduttore di protezione;

La Norma raccomanda l'impiego di metalli resistenti alla corrosione come ferro zincato, rame, acciaio ramato senza escludere la possibilità di impiegare anche altri metalli se adatti al tipo di terreno.

Dimensionamento del dispersore

La resistenza di terra non dipende dalla geometria che assume il dispersore. La resistenza che si oppone all'ingresso della corrente nel terreno è l'insieme di una resistenza di contatto, dovuta all'aderenza più o meno intima delle superfici degli elettrodi col terreno circostante, e di una resistenza che dipende dalla forma dei dispersori e dalla resistività del terreno.

Terreno	Umido	Normale	Secco
Argilloso	5	10	20
Agricolo (terreno vegetale)	25	50	100
Sabbia marina (con soluzioni saline)	4	2	1
Sabbioso - ghiaioso	500	1000	2000

Scelta e criteri realizzativi (Sezioni minime (S_E) dei conduttori di terra)

	Protetti meccanicamente		Non protetti meccanicamente
	Sezione conduttore di fase	Sezione minima conduttore di terra	Sezione minima conduttore di terra
Protetto contro la corrosione (in ambienti non particolarmente aggressivi dal punto di vista chimico il rame e il ferro zincato si considerano protetti contro la corrosione)	$S_F < 16$	$S_E = S$	16 mm ² se in rame 16 mm ² se in ferro zincato (secondo la norma CEI 7-6 o con rivestimento equivalente)
	$S_F \geq 16 \geq 35$	$S_E = 16$	
	$S_F > 35$	$S_E = S/2$	
Non protetto contro la corrosione	25 mm ² se in rame 50 mm ² se in ferro zincato (secondo la norma CEI 7-6 o con rivestimento equivalente)		



Conduttore di protezione

Col conduttore di protezione (è identificato dal colore giallo/verde e viene chiamato PE oppure, se svolge contemporaneamente anche la funzione di neutro, PEN) si realizza il collegamento delle masse con l'impianto di terra.

Unitamente all'interruttore automatico garantisce la protezione dai contatti indiretti e deve essere dimensionato sia per sopportare le sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto verso terra (che in condizioni di regime è nulla) sia per sopportare eventuali sollecitazioni meccaniche o azioni corrosive (le norme a tal proposito stabiliscono delle sezioni minime).

Sezione di fase (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione (mm ²)			
	Cu		Al	
	PE	PEN	PE	PEN
≤ 16	S _F	S _F	S _F	S _F
16 ÷ 35	16	16	16	25
> 35	S _F /2	S _F /2	S _F /2	S _F /2

Se la sezione che si ricava dalla relazione SF/2 non è compresa fra le sezioni unificate è ammesso adottare quella che più si avvicina a quella calcolata.

Tale procedimento è valido solo se il conduttore di protezione è costituito dallo stesso materiale del conduttore di fase. In caso contrario la sezione del conduttore deve essere calcolata in modo che le conduttanze dei diversi materiali abbiano lo stesso valore. Uguagliando e risolvendo si ottiene:

$$S_{PE}^I = S_{PE} \times \rho^I / \rho$$

Dove:

S_{PE} è la sezione ricavata dalle tabelle relative al materiale, di resistività ρ uguale a quello del conduttore di fase ed S_{IEP} e ρ^I sono rispettivamente la sezione e la resistività del materiale del conduttore di protezione prescelto.

Se il conduttore di protezione è comune a più circuiti utilizzatori il valore della sezione deve essere scelto riferendosi alla maggior sezione fra i conduttori di fase.

Quando il conduttore di protezione non fa parte della conduttura di alimentazione non deve, in ogni caso, essere inferiore a 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica del conduttore stesso (tubo di protezione), e a 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Parti dell'impianto da collegare al PE

Attraverso il PE si devono collegare all'impianto di terra:

- gli alveoli delle prese a spina;
- gli involucri metallici delle apparecchiature elettriche ad installazione fissa;
- gli apparecchi non di classe II;
- gli apparecchi illuminanti di classe I;
- i canali e i tubi protettivi metallici che portano cavi non di classe II. Canali e tubi metallici devono essere in buon contatto elettrico fra loro;



Collegamenti equipotenziali

Sono conduttori che collegano fra di loro parti che normalmente si trovano al potenziale di terra garantendo quindi l'equipotenzialità fra l'impianto di terra e le masse estranee e consentendo di ridurre la resistenza complessiva dell'impianto.

Non essendo conduttori attivi e non dovendo sopportare gravose correnti di guasto il loro dimensionamento non segue regole legate alla portata ma alla resistenza meccanica del collegamento.

Per gli ambienti ordinari le norme prescrivono le sezioni minime che devono essere rispettata per questi conduttori distinguendo tra conduttori equipotenziali principali (EQP) e conduttori equipotenziali supplementari (EQS). Sono detti principali se collegano le masse estranee entranti alla base dell'edificio al nodo principale di terra, sono detti supplementari negli altri casi.

Tali collegamenti equipotenziali devono essere effettuati utilizzando appositi morsetti a collare di materiale adatto ad evitare il formarsi di coppie galvaniche che potrebbero favorire la corrosione.

sezioni minime prescritte per i collegamenti equipotenziali.

Conduttori equipotenziali	Sezione del conduttore di protezione principale PE (mm²)	Sezione del conduttore equipotenziale (mm²)
Principale EQP	≤ 10 = 16 = 25 > 35	6 10 16 25
Supplementare EQS: collegamento massa-massa; collegamento massa-massa estanea	EQS \geq PE di sezione minore ⁽¹⁾ EQS \geq $\frac{1}{2}$ della sezione del corrispondente conduttore PE In ogni caso la sezione del conduttore EQS deve essere: $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ se protetto meccanicamente; $\geq 4 \text{ mm}^2$ se non protetto meccanicamente	

⁽¹⁾ É opportuno aumentare la sezione del conduttore EQS sulla base della corrente di guasto effettiva quando le due masse appartengono a circuiti con sezioni dei conduttori di protezione molto diverse. Questo per evitare che sul conduttore EQS, dimensionato in base alla sezione del conduttore di protezione minore, possano circolare correnti di guasto non sopportabili dal conduttore stesso.

Premesso ciò, si precisa che l'impianto di messa a terra è esistente e distribuito perimetralmente al volume esistente dell'intervento e si dovrà raccordare lo stesso al nuovo impianto che si andrà a realizzare così come indicato nell'elaborato "01"..

Sarà cura della Ditta installatrice verificare durante i lavori la corretta esecuzione dell'impianto di messa a terra ed i relativi collegamenti equipotenziali all'interno della cabina, all'esterno del volume ed all'interno dello stesso.



VERIFICHE

Al termine dei lavori il soggetto esecutore è tenuto ad eseguire le verifiche iniziali dell'impianto elettrico eseguito, così come elencato nel DM 22 Gennaio 2008 n.° 37, ed in conformità alle indicazioni della guida CEI 64-14.

Le verifiche dell'impianto elettrico - Generalità

Per verifica si intende (Norma CEI 64-8/6) l'insieme di operazioni mediante le quali si vuole comprovare la rispondenza dell'impianto alle norme di sicurezza e alla legge.

Come sottolineato dalla guida CEI 64-14 non va confusa con il collaudo col quale, pur avendo in comune il controllo dell'impianto elettrico, ci si prefigge invece di accertare la corrispondenza dell'installazione al progetto e al capitolato d'appalto.

Non è da confondere nemmeno con l'omologazione, procedura con la quale un Ente preposto certifica la conformità a particolari requisiti indicati da norme e leggi in vigore.

Le verifiche iniziali sono espressamente richieste dal DM 37/2008 relativamente alla dichiarazione di conformità e devono essere svolte scrupolosamente secondo i dettami delle diverse Norme CEI.

Non effettuare le verifiche espone infatti l'installatore a gravi conseguenze perché la dichiarazione rilasciata risulterebbe in parte falsa.

Egli non potrebbe giustificarsi in alcun modo in caso di incidenti provocati da eventuali difetti nascosti, anche se questi fossero causati da dipendenti o aziende subappaltatrici.

In ogni caso, anche se le verifiche fossero affidate ad altri professionisti, è colui che sottoscrive la dichiarazione di conformità che si assume in prima persona la responsabilità dei lavori eseguiti da terzi avendone dichiarato la verifica prima della messa in funzione.

Successivamente, dopo le verifiche iniziali, si effettuano le verifiche periodiche, per accertare che le condizioni iniziali di sicurezza non siano mutate e, in occasione di sostanziali modifiche o ampliamenti all'impianto, le verifiche straordinarie.

La periodicità delle verifiche è stabilita dalle Norme CEI specifiche e, ove mancassero indicazioni precise, la frequenza può essere stabilita in considerazione delle condizioni di conduzione dell'impianto (stato di conservazione dell'impianto).

Le modalità e i risultati delle verifiche, ove non esplicitamente richiesto, è opportuno che siano raccolti e pubblicati in apposite relazioni nelle quali saranno dettagliatamente riportati anche gli eventuali difetti impiantistici riscontrati. Sostanzialmente ogni verifica consiste in due distinte operazioni l'una imprescindibile dall'altra: l'esame a vista e le prove.

L'esame a vista

L'esame a vista è propedeutico alle prove e può essere di due tipi:

Esame a vista ordinario

Esame a vista approfondito

L'esame a vista ordinario deve accertare che i componenti siano, conformemente alle relative Norme, correttamente scelti ed installati e che non presentino danneggiamenti evidenti.

Consiste nell'ispezione di tutti i materiali impiegati per identificarne eventuali difetti visibili a colpo d'occhio, come ad esempio rotture degli involucri, fissaggi non eseguiti a regola d'arte, assenza di targhette identificative ecc..

doc. n° : RP
commessa :H118
file : H118-rp.docx
rev. : 00



L'esame a vista approfondito consiste in un'ispezione più accurata nella quale, avvalendosi di opportuni attrezzi, si vogliono evidenziare difetti quali ad esempio errati collegamenti, morsetti allentati, ecc..

E' un esame che normalmente richiede l'accesso ai componenti e viene effettuato in funzione delle seguenti considerazioni:

Stato di conservazione dell'impianto (esperienza del personale, qualità della manutenzione, ecc.);

Condizioni ambientali (condizioni ambientali critiche);

Gravosità del servizio (servizio di tipo prolungato);

Qualità della documentazione fornita (documentazione secondo CEI 0-2).

Le prove

Con le prove si intende accertare, mediante appropriate misure, la rispondenza dell'impianto alle Norme CEI.

Durante l'esecuzione delle misure è opportuna la presenza di un tecnico responsabile esperto dell'impianto in grado di attivare tutte le precauzioni necessarie a garantire l'incolumità delle persone.

Gli impianti di nuova costruzione devono essere sempre verificati ed i controlli possono essere totali o a campione quando le installazioni presentano caratteristiche simili e sono realizzate in grande quantità (ad esempio apparecchi illuminanti, prese a spina, ecc..).

Negli impianti preesistenti i controlli hanno invece lo scopo di accertare l'esistenza di un livello di sicurezza accettabile in relazione alle innovazioni normative e/o tecniche del momento, sempre che non siano più ritenute accettabili le normative vigenti al momento della costruzione dell'impianto.

CONCLUSIONI

L'impianto elettrico sopra descritto è soggetto all'obbligo di progettazione da parte di tecnico abilitato in conformità a quanto definito dall'art. 5 del D.M. 22/01/2008 n°37. Si fa notare che rimane comunque l'obbligo, da parte della ditta esecutrice degli impianti, di presentare la Dichiarazione di Conformità come definito dall'Art.7 del D.M. 22/01/2008 n°37.

Si fa presente inoltre che, a seguito dell'entrata in vigore del D.P.R. 22 ottobre 2001 n°462 e dell'abrogazione del D.P.R. 27 aprile 1955 n°547, negli ambienti di lavoro non sussiste più l'obbligo della denuncia dell'impianto di terra (mod. B) all'autorità competente, ma deve essere presentata all'ISPEL e all'ARPA/ASL (o in sostituzione allo "sportello unico" per i comuni che l'abbiano istituito) la dichiarazione di conformità dell'installatore con apposito modulo al quale deve essere allegata la ricevuta di pagamento di € 30,00 sul C/C 73629008 intestato a ISPEL – Istituto Superiore per la Prevenzione e Sicurezza del Lavoro – 00133 Roma, come da D.M. 7 Luglio 2005.

ADEMPIMENTI DEL DATORE DI LAVORO

Il D. Lgs. 9 aprile 2008 n.81 all'art. 86 recita:

1. Ferme restando le disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462, il datore di lavoro provvede affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini, siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.



2. Con decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale e del Ministro della salute vengono stabilite, sulla base delle disposizioni vigenti, le modalità ed i criteri per l'effettuazione delle verifiche di cui al comma 1.
3. L'esito dei controlli di cui al comma 1 deve essere verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.

Risulta pertanto evidente che il datore di lavoro deve provvedere a far verificare periodicamente gli impianti e mantenere un registro su cui si annotano gli esiti delle verifiche periodiche.

Porto Mantovano,

Studio Tecnico Associato L&B

