

**PROGETTO E STUDIO ILLUMINOTECNICO PER INSTALLAZIONE
DI ILLUMINAZIONE A LED A SERVIZIO DELLA FONDAZIONE
CNAO SITA IN PAVIA**

PROGETTO/STUDIO ILLUMINOTENICO

Rif. RELAZIONE Rev. 1

GIUGNO 2019



DOCUMENTAZIONE DEL PROGETTO/STUDIO ILLUMINOTECNICO

INDICE

RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO	3
DATI DI PROGETTO	3
DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'IMPIANTO	3
CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI	8
DATI SUL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE	8
DESCRIZIONE DEI CARICHI ELETTRICI	8
NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER IMPIANTI E COMPONENTI	8
EVENTUALI VINCOLI DA RISPETTARE	8
CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO	9
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	9
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	10
TABELLE E DIAGRAMMI DI COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI.....	11
ELENCO DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE E SPECIFICHE	12

Allegati

- Planimetrie nuovi apparecchi di illuminazione BEGHELLI (ordinaria + emergenza)
- Planimetrie nuovi apparecchi di illuminazione LINERGY (emergenza)
- Calcoli illuminotecnici delle soluzioni proposte
- Tabelle di sintesi con dettaglio locali ed apparecchi
- Schede tecniche nuovi apparecchi di illuminazione e componenti

Relazione tecnica sulla consistenza e tipologia dell'impianto elettrico

Dati di progetto

Luogo di esecuzione dei lavori:	FONDAZIONE CNAO PAVIA
Destinazione d'uso edifici (CEI 0-2):	TER MT
Prestazioni richieste:	PROGETTO/STUDIO ILLUMINOTENICO PER SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI ESISTENTI CON APPARECCHI LED
Tensione di alimentazione:	trifase 240/400 V da cabina di trasformazione MT/bt

Descrizione sommaria dell'impianto

SITUAZIONE ATTUALE

Illuminazione ordinaria

Le informazioni sulla situazione attuale sono ricavate dalla documentazione tecnica esistente e da sopralluoghi sugli impianti.

Gli illuminamenti richiesti e la tipologia dei corpi illuminanti attualmente installati sono definiti per tipologia di ambienti, ovvero in funzione della destinazione d'uso degli stessi.

I parametri illuminotecnici nella situazione attuale dell'impianto sono quelli previsti dalla UNI EN 12464-1:2004 con dimensionamenti effettuati non sull'intera area del locale ma sulla «task area» ove viene svolto il compito visivo. L'illuminazione è stata ottimizzata (i valori prescritti sono riferiti a ciò) nella zona ove viene svolto il compito visivo.

L'ambiente circostante è stato quindi illuminato in relazione al livello di illuminamento della task area in modo da ottenere una uniformità accettabile e non avere abbagliamenti debilitanti, molesti e riflessi.

La situazione attuale prevede l'utilizzo, in tutti gli ambienti, di apparecchi di illuminazione con lampade fluorescenti lineari, lampade a scarica tipo SAP e JM e lampade alogene.

Illuminazione di emergenza

La norma di riferimento dell'impianto esistente è la UNI EN1838 Applicazioni dell'illuminotecnica – illuminazione di emergenza, fatto salvo quanto prescritto, in termini di prescrizioni più restrittive dal DM 18 settembre 2002 «Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private».

Come prescritto dalla Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private all'art. 6 comma 7: L'impianto di illuminazione di sicurezza deve assicurare un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux ad 1 m di altezza dal piano di calpestio lungo le vie di uscita e nelle aree C (ambulatori, diagnostiche, ecc) e D (degenze) ed aree speciali.

Le prescrizioni della norma UNI EN 1838 relativamente ai livelli da garantire sulle vie di esodo risultano inferiori ai disposti della regolata tecnica di prevenzione incendi; si è fatto pertanto riferimento a queste ultime prescrizioni.

L'autonomia dell'illuminazione di sicurezza è prescritta in almeno 2 ore ad accensione in tempo breve (< 0,5 secondi) e viene garantita da inverter e batterie tampone (ovvero a mezzo UPS nei locali sincrotrone e power converters) ad intervento immediato ed autonomia pari a 2 ore, supportati poi dall'accensione di tutta

l'illuminazione dell'edificio una volta che sia entrato in funzione il gruppo elettrogeno (tempo di intervento medio comunque < 15 secondi) sistema con autonomia superiore alle 24 ore. L'illuminazione antipanico è garantita da livelli di illuminamento in emergenza decisamente superiori ai minimi consentiti.

Le indicazioni delle vie di esodo sono realizzate con apparecchi autoalimentati con pittogramma che riporta la simbologia raffigurante il senso dell'esodo.

Sintesi del numero di apparecchi di illuminazione esistenti

Da documenti forniti dalla Fondazione CNAO si ricavano i numeri complessivi degli apparecchi di illuminazione attualmente installati (con esclusione dei corpi illuminanti per l'illuminazione esterna):

Tutti i corpi illuminanti dell'edificio						
Corpi illuminanti	Interrato	Terra	Piano 1	Piano 2	Copertura	TOT
1x18W	21	20	4	4	0	49
2x18W	214	149	174	50	0	587
4x18W	386	216	264	95	0	961
2x36W	78	38	6	29	0	151
2x58W	16	86	94	14	12	222
TOT						1970
Con emergenza	Interrato	Terra	Piano 1	Piano 2	Copertura	TOT
1x18W	2	3	0	3	0	8
2x18W	103	74	56	8	0	241
4x18W	118	54	46	12	0	230
2x36W	22	12	1	2	0	37
2x58W	14	31	38	8	0	91
Bandiere						123
TOT						730

SITUAZIONE FUTURA (PROGETTO)

Gli scopi del progetto di sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti con nuovi apparecchi di illuminazione a LED sono i seguenti:

- ottenere un **risparmio energetico** rispetto alla situazione con lampade a fluorescenza ed a scarica;
- ottenere una riduzione dei **costi di mantenimento** dell'impianto rispetto alla situazione attuale in quanto gli apparecchi a LED presentano una durata di vita nettamente superiore;
- migliorare la conformità dei requisiti normativi previste dalle norme tecniche (Norma UNI EN 12464-1), sia in termini di livelli di illuminamento che di uniformità e qualità dello stesso (installazione di apparecchi con flusso luminoso regolabile)
- migliorare il **sistema di illuminazione di emergenza** conformemente alla normativa vigente (installazione di apparecchi con controllo centralizzato senza fili).

Criteri di scelta della tipologia e del posizionamento dei nuovi corpi illuminanti

Per la scelta dei corpi nuovi illuminanti sono stati tenuti in considerazione i seguenti aspetti:

- compatibilità di posa e dei collegamenti elettrici con gli apparecchi attualmente installati;
- possibilità di regolazione del flusso luminoso per i nuovi apparecchi per l'illuminazione ordinaria (apparecchi con alimentatori dimmerabili);
- possibilità di controllo centralizzato senza fili per i nuovi apparecchi di illuminazione sia per l'illuminazione ordinaria che per l'illuminazione di emergenza;
- possibilità di riduzione del numero degli apparecchi installati nei corridoi, rispettando comunque i parametri minimi di illuminamento ed uniformità previsti dalle norme vigenti.

Definizione dei parametri di qualità dell'illuminazione

Con la collaborazione del personale interno si è provveduto a definire, sulla base della Norma UNI EN 12464-1, la classificazione degli ambienti nei quali vengono operate modifiche al numero di apparecchi in modo da identificare le prestazioni richieste dal nuovo impianto:

CORRIDOI, FILTRI E SALE DI ATTESA:	E_m	200	lux
	U_o	\geq	0,4
	UGR_L	\leq	22*
	R_a	\geq	80

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	5 lux vie di fuga
	2 lux ambiente

* - per uniformità con gli altri corpi illuminanti si è deciso di utilizzare corpi illuminanti con $UGR \leq 19$

Negli altri ambienti si opera una sostituzione 1:1 degli apparecchi; per questi ambienti si è verificato unicamente il raggiungimento del livello minimo di illuminamento.

ESTRATTO DA NORMA UNI 12464-1

prospetto 5.37 Locali per la cura della salute - Locali di uso generale						
N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisiti specifici
						Si devono evitare luminanze troppo elevate nel campo visivo dei pazienti.
5.37.1	Sale attesa	200	22	0,40	80	
5.37.2	Corridoi: durante il giorno	100	22	0,40	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.3	Corridoi: pulizia	100	22	0,40	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.4	Corridoi: durante la notte	50	22	0,40	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.5	Corridoi polivalenti	200	22	0,60	80	Illuminamento a livello compito/attività.
5.37.6	Sale giorno	200	22	0,60	80	
5.37.7	Ascensori, montacarichi per persone e visitatori	100	22	0,60	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.8	Montacarichi di servizio	200	22	0,60	80	Illuminamento a livello pavimento.

Dove:

E_m = illuminamento medio (lux)

UGR_L = indice di abbagliamento diretto

U_o = uniformità di illuminamento (E_{min}/E_{med})

R_a = indice di resa del colore

Sceita dei nuovi corpi illuminanti

Nelle tabelle che seguono sono riportate le descrizioni dei nuovi corpi illuminanti con sorgenti LED ad alta efficienza, con tipologia del corpo illuminante e potenza unitaria.

I nuovi corpi illuminanti saranno rispondenti alle normative di prodotto applicabili (CEI EN 60598 Sicurezza Elettrica, EN 62471 Sicurezza Fotobiologica)

I dettagli sui nuovi corpi illuminanti sono riportati nelle schede tecniche allegate alla presente.

Sono state valutate due soluzioni per gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza:

1- gruppi di emergenza tipo BEGHELLI integrati negli apparecchi ordinari + apparecchi autonomi a bandiera tipo BEGHELLI;

2- apparecchi autonomi in emergenza tipo LINERGY per la sola emergenza + apparecchi autonomi a bandiera tipo LINERGY.

Entrambe le soluzioni per l'illuminazione di emergenza oggetto di valutazione prevedono la sostituzione dei corpi illuminanti per l'illuminazione ordinaria utilizzando nuovi apparecchi (in entrambe le soluzioni) tipo BEGHELLI.

Soluzione 1

- | | |
|---------------------------|----------|
| - illuminazione ordinaria | BEGHELLI |
| - illuminazione emergenza | BEGHELLI |

Soluzione 2

- | | |
|---------------------------|----------|
| - illuminazione ordinaria | BEGHELLI |
| - illuminazione emergenza | LINERGY |

Dal punto di vista impiantistico si osserva che, a causa riduzione del numero di apparecchi e del loro spostamento, le linee di alimentazione dei nuovi apparecchi nei corridoi, filtri e sale di attesa dovranno essere eventualmente adeguate.

In tutti gli altri locali non sono previsti interventi impiantistici in quanto tutti i nuovi apparecchi saranno installati nella stessa posizione degli esistenti.

Per tutte le soluzioni si prevede la possibilità di controllo centralizzato del sistema di illuminazione con apparecchiature dotate di comunicazione wireless senza cablaggi.

Per soluzione 1 è previsto un unico sistema tipo BEGHELLI, costituito da:

- centraline di controllo del sistema (1 per ogni piano) collegate alla rete LAN esistente
- alimentatori regolabili, con fotosensore intelligente e con modulo radio tipo smart driver per ogni apparecchio di illuminazione ordinaria
- inverter led per illuminazione di emergenza con modulo radio di comunicazione per ogni apparecchio con funzione di illuminazione ordinaria + emergenza
- apparecchi di emergenza autonomi del tipo a bandiera con modulo radio di comunicazione

Per la soluzione 2 è previsto un doppio sistema: il primo tipo BEGHELLI per l'illuminazione ordinaria ed il secondo tipo LINERGY per l'illuminazione di emergenza, costituiti da:

ILLUMINAZIONE ORDINARIA TIPO BEGHELLI

- centraline di controllo del sistema (1 per ogni piano) collegate alla rete LAN esistente
- alimentatori regolabili, con fotosensore intelligente e con modulo radio tipo smart driver per ogni apparecchio di illuminazione ordinaria

ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA LINERGY

- unica centrale di controllo centralizzato tipo Spy System wireless
- ripetitori wireless ai piani collegati tramite cavo bus alla centrale di controllo
- apparecchi di emergenza autonomi con modulo wireless di comunicazione
- apparecchi di emergenza autonomi del tipo a bandiera con modulo wireless di comunicazione

Sintesi del numero di apparecchi di illuminazione di nuova installazione

Il numero di nuovi apparecchi di illuminazione è riportato, per le due soluzioni progettuali previste (Beghelli e Linergy), nelle tabelle seguenti.

Allegata alla presente vi è una tabella (con due fogli di lavoro separati per le due soluzioni impiantistiche

valutate) con indicazione per ogni locale del numero e delle tipologia dei nuovi apparecchi da sostituire e, per gli apparecchi di illuminazione ordinaria, indicazione della regolazione del flusso luminoso al fine di arrivare ai livelli di illuminamento previsti.

Sempre allegate alla presente sono riportate le planimetrie indicanti la tipologia e la posizione dei nuovi apparecchi di illuminazione (sono riportati unicamente gli apparecchi oggetto di sostituzione).

SOLUZIONE 1 - BEGHELLI

Tipologia nuovo apparecchio LED BEGHELLI	Numero
S11013 BS100 LED 2x36 SD 4000K	74
S11016 BS100 LED 2x58 SD 4000K	40
S22001 LED PANEL 418 M600 UGR 19 SD 4K	1380
S54010 PLAFONE LED 2x58 SD 4000K	38
S91004 STRA LED EX 1x150 SD 4K	43
S42001 PRO/RIF LED 1x70 SD 4K	17
S83001 DWL FARET LED 2x26 W INC SD 4K	141
S693LGFM INDICA LED DF20M LGFM SA 1/3H	109
S635LGFM INV FULL LED IP65 LGFM 123H	623
1201S CENTRALINA + SOFTWARE	4

SOLUZIONE 2 - BEGHELLI + LINERGY

Tipologia nuovo apparecchio LED BEGHELLI	Numero
S11013 BS100 LED 2x36 SD 4000K	74
S11016 BS100 LED 2x58 SD 4000K	40
S22001 LED PANEL 418 M600 UGR 19 SD 4K	1380
S54010 PLAFONE LED 2x58 SD 4000K	38
S91004 STRA LED EX 1x150 SD 4K	43
S42001 PRO/RIF LED 1x70 SD 4K	17
S83001 DWL FARET LED 2x26 W INC SD 4K	141
1201S CENTRALINA + SOFTWARE	4
Tipologia nuovo apparecchio emergenza LED LINERGY	Numero
OR32N30ABRW ORION	109
VE03N30EBRW VIALES EVO	488
VE03N30EBRW+VLKTFS-B VIALES EVO	38
VE03F30EBRW+VLKTFS-B VIALES EVO	101
SSW-REP2	9
SSCENT-00	1

Classificazione degli ambienti

Tutti gli ambienti ove sono installati i nuovi apparecchi di illuminazione sono classificabili come ambienti a maggior rischio in caso di incendio (CEI 64-8/7 parte 751); sono inoltre presenti locali adibiti ad uso medico (CEI 64-8/7 parte 710).

Dati sul sistema di distribuzione

Tensione di alimentazione:	240/400 V con cabina di trasformazione MT/bt
Frequenza:	50 Hz
Fasi:	3+N
Stato del neutro:	A terra (sistema TN)
Tipo di alimentazione:	da rete ENEL con cabina di trasformazione MT/bt
Cadute di tensioni ammissibili:	massimo 4% da contatore a utilizzatore
Correnti di guasto:	50 kA trifase sul quadro generale cabina

Descrizione dei carichi elettrici

Vedere documentazione allegata.

Norme tecniche di riferimento per impianti e componenti

La presente relazione tecnica di progetto (con i suoi allegati) è redatta seguendo le indicazioni fornite dalla Guida **CEI 0-2**

Gli interventi sugli oggetto della presente relazione ricadono nell'ambito di applicazione del Decreto 22 gennaio 2008 n. 37:

- impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 mq;

In particolare, nella progettazione e nella realizzazione degli interventi in oggetto, dovranno essere osservate, oltre alle norme precedentemente citte, le prescrizioni contenute nelle Norme CEI di seguito elencate:

- 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- 3-23 Segni grafici per schemi - Parte 11: Schemi e piani d'installazione architettonici e topografici
- 16-4 Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori
- 20-22/1 Prove d'incendio su cavi elettrici - Parte 1: generalità e scopo
- 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco - Parte 1: Prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale
- 23-3 Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- 23-9 Apparecchi di comando non automatici (interruttori) per installazione fissa per uso domestico e similare. Prescrizioni generali
- 23-18 Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari
- EN 61008-1 Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per applicazioni domestiche o similari
- EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per applicazioni domestiche o similari
- 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- 0-3 Legge 46/30 - Guida per la compilazione della Dichiarazione di Conformità

Eventuali vincoli da rispettare

Nessun vincolo particolare oltre a quanto precedentemente descritto.

Caratteristiche generali dell'impianto elettrico

Condizioni di sicurezza

Tutto il materiale da utilizzare deve essere provvisto di Marchio IMQ o di altri marchi europei conformi oppure di attestazione di conformità rilasciata dal costruttore. Tutti i componenti elettrici devono essere scelti con valori di tensione, corrente, frequenza e potenza adeguati al loro uso nell'impianto elettrico in oggetto. I componenti elettrici installati nell'impianto in oggetto devono essere scelti e devono essere installati in modo da assicurare il loro corretto funzionamento e la rispondenza alle prescrizioni di sicurezza necessarie.

Disponibilità del servizio

Non sono richieste particolari prestazioni

Flessibilità

L'impianto elettrico dovrà essere facilmente ampliabile per esigenze future. I nuovi quadri elettrici dovranno essere occupati a non più del 70-80% ed anche le condutture elettriche dovranno essere in grado di ospitare nel futuro altri conduttori elettrici.

Manutenibilità

Gli apparecchi di manovra e protezione inseriti nel quadro elettrico di distribuzione generale devono essere identificati con scritte che indicano il circuito interessato. Le condutture elettriche devono essere sufficientemente differenziate per permetterne l'identificazione e dovranno essere indicate con mezzi idonei.

Protezione contro i contatti indiretti

Dovrà essere effettuata la protezione totale contro i contatti diretti come specificato dalla norma CEI 64-8 mentre quella contro i contatti indiretti si dovrà ottenere o con componenti della classe II o con interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra o con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e le impedenze dei circuiti dovranno essere tali che, se si presentasse 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 dovrà avvenire entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s * I_a \leq U_o$$

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 in funzione della tensione nominale U_o (in caso di utilizzo di un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale I_{dn});

U_o = è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

Le parti di impianto elettrico di nuova realizzazione dovranno essere collegate all'impianto di terra esistente.

I conduttori di protezione devono essere costituiti da cavi unipolari facenti parte, con i conduttori attivi, di una stessa conduttura elettrica oppure devono fare parte dello stesso cavo multipolare che contiene i conduttori di fase e di neutro. I conduttori di protezione devono essere adeguatamente protetti, analogamente alle condutture elettriche di cui fanno parte, contro il danneggiamento meccanico e chimico e contro le sollecitazioni elettrodinamiche.

Nell'impianto in oggetto deve essere usato almeno un morsetto od una sbarra per costituire un collettore principale di terra al quale si devono collegare i seguenti conduttori:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione dell'impianto elettrico;
- i conduttori equipotenziali principali.

Il collettore principale di terra deve essere realizzato in modo da poter eseguire misure della resistenza di terra del dispersore.

La sezione dei conduttori di protezione dell'impianto in oggetto deve essere conforme a quanto riportato nella Tabella seguente:

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
$S > 35$	$S_p = S / 2$

I conduttori di protezione devono essere costituiti da cavi unipolari facenti parte, con i conduttori attivi, di una stessa conduttura elettrica oppure devono fare parte dello stesso cavo multipolare che contiene i conduttori di fase e di neutro. I conduttori di protezione devono essere adeguatamente protetti, analogamente alle condutture elettriche di cui fanno parte, contro il danneggiamento meccanico e chimico e contro le sollecitazioni elettrodinamiche.

I conduttori equipotenziali principali dovranno avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2 . Non è richiesto tuttavia che la sezione superi i 25 mm^2 se il conduttore equipotenziale è di rame.

Protezione contro i contatti diretti

Le misure di protezione da utilizzare sono misure di protezione totali, destinate cioè alla protezione di persone profane di elettricità e devono essere costituite dall'isolamento e dagli involucri o barriere.

Nell'impianto elettrico le condizioni riguardanti la protezione contro i contatti diretti vanno rispettate utilizzando barriere od involucri che presentano generalmente un grado di protezione non inferiore a IPXXB (nell'edizione precedente della Norma il grado di protezione doveva essere almeno IP20) e non inferiore a IPXXD nel caso di superfici piane (nell'edizione precedente della Norma il grado di protezione doveva essere almeno IP40). Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali. Quando sia necessario togliere barriere, aprire involucri o togliere parti di involucri, questo deve essere possibile solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo oppure se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi. Una ulteriore misura di protezione addizionale contro i contatti diretti deve essere rappresentata dalla presenza, ove possibile, di un interruttore differenziale con $I_{\Delta n}=30 \text{ mA}$.

Tabelle e diagrammi di coordinamento delle protezioni

Nell'impianto elettrico in oggetto si devono utilizzare dispositivi che assicurano contemporaneamente la protezione contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti. Tutte le condutture dovranno essere protette contro i sovraccarichi (può essere fatta eccezione per i circuiti alimentanti solamente apparecchi di illuminazione, i quali possono essere solamente protetti contro il cortocircuito) secondo quanto prescritto dall'Art. 433.2 della Norma CEI 64-8.

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

1) $I_b \leq I_n \leq I_z$

2) $I_f \leq 1,45 I_z$

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;

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

Nell'impianto elettrico in oggetto, come affermato precedentemente, si devono utilizzare interruttori automatici con sganciatore magnetotermico oppure fusibili di valore adeguato. Gli interruttori automatici da utilizzare devono soddisfare le prescrizioni della Norma CEI 23-3 o della Norma 17-5, con quindi $I_f \leq 1,45 I_n$. Se pertanto è soddisfatta la condizione $I_n \leq I_z$, a maggior ragione lo è anche l'altra condizione $I_f \leq 1,45 I_z$. Un circuito con corrente di impiego I_b e con cavo di portata I_z si considera pertanto protetto contro sovraccarico da un interruttore automatico di corrente nominale $I_n \leq I_z$. Nel caso di impiego di fusibili deve anche essere rispettata la condizione $I_f \leq 1,45 I_z$, dove I_f è variabile a seconda della corrente nominale e del tipo di fusibile.

La protezione contro i cortocircuiti deve essere assicurata proteggendo tutti i circuiti con dispositivi di protezione con potere di interruzione di valore non inferiore al valore della corrente presunta nel punto di installazione del dispositivo.

E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato 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 che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi.

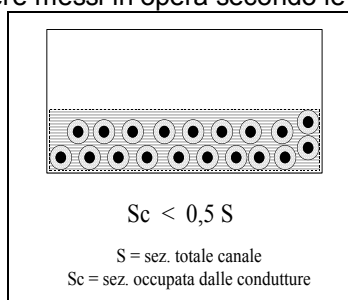
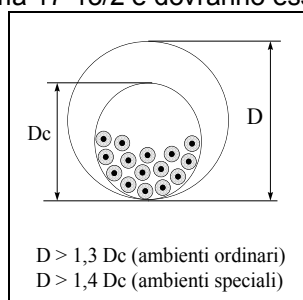
La rilevazione delle sovracorrenti deve essere prevista per tutti i conduttori di fase.

Tutti i dispositivi con sganciatore magnetotermico dovranno avere una curva di intervento di tipo C; non sono previste particolari prescrizioni sulla selettività.

Elenco delle condutture elettriche e specifiche

Le condutture elettriche principali sono visibili in planimetria e le principali caratteristiche sono deducibili dagli schemi elettrici unifilari.

Le condutture elettriche di nuova installazione dovranno essere installate secondo le prescrizioni generali del Capitolo 52 della Norma CEI 64-8 e dovranno inoltre essere rispettati i criteri esecutivi previsti nell'art. 751.04 della Norma CEI 64-8. Inoltre i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, oppure in tubi o canalette con grado di protezione IP4X dovranno rispondere alla prova di non propagazione della fiamma della Norma CEI 20-35, od a quella di non propagazione dell'incendio in conformità alla Norma CEI 20-22; peraltro, qualora essi saranno installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22, per le prove, dovranno essere adottati provvedimenti integrativi, tipo sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nell'art. 3.7.03 della Norma CEI 11-17. In particolare i cavi da utilizzare dovranno essere almeno dei tipi FG16OM16 (se interrati, installati a vista o posati in passerelle) oppure FG17 (se installati in tubi di PVC a parete, in canali o incassati nella muratura entro guaine protettive). I condotti sbarre dovranno essere in accordo con la Norma 17-13/2 e dovranno essere messi in opera secondo le indicazioni del costruttore.



I tubi di protezione ed i canali per il contenimento cavi dovranno essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica ed alle sollecitazioni che si potrebbero verificare sia durante la posa o l'esercizio. I tubi in PVC da installare sotto pavimento o in vista in ambienti ordinari, ad altezza inferiore a 2,5 m dal piano di calpestio dovranno essere del tipo pesante (rigido o flessibile) corrispondenti rispettivamente alle Norme

CEI 23-8 e 23-14. Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi dovrà essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm (1,4 volte con un minimo di 16 mm per gli ambienti sottoposti a normativa specifica). I raggi di curvatura non dovranno essere minori di sei volte il diametro esterno del tubo. Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri. Si dovrà prevedere una scorta di tubi vuoti.

La sezione occupata dalle condutture elettriche all'interno dei canali non deve superare il 50% della sezione libera complessiva del canale stesso.

Nell'impianto elettrico in oggetto tutti i conduttori con pari tensione nominale dovranno essere racchiusi entro condutture all'interno delle quali non vi sono altri conduttori con tensioni nominali inferiori o superiori al valore suddetto, non vi deve essere il rischio di conduttori sottoposti a tensioni più elevate della loro tensione nominale. In alternativa nelle stesse tubazioni possono coesistere condutture a tensioni nominali diverse a condizione che tutti i cavi siano isolati per la tensione più elevata presente nella stessa tubazione.

Nell'impianto elettrico in oggetto non sussistono particolari condizioni di pericolo dovute alla presenza, nelle condutture, di acqua o di corpi solidi. Le condutture in tubo devono comunque avere un grado di protezione adeguato al tipo di utilizzo. Non è prevista la presenza di ulteriori fattori che possono alterare le caratteristiche delle condutture, quali sostanze corrosive, inquinanti, urti meccanici, vibrazioni, muffe, irraggiamento solare eccessivo.

Nell'impianto elettrico in oggetto la scelta e la verifica delle sezioni dei cavi esistenti è basata sulla Tabella CEI-UNEL 35024. Negli schemi elettrici sono riportate le sezioni dei cavi ed i relativi dispositivi di protezione. Per tutte le condutture elettriche si deve avere un valore di portata del cavo I_z superiore alla corrente di impiego I_b del circuito; devono essere rispettate le dimensioni minime dei conduttori riportate dalla Tabella 52E della Norma (minimo $1,5 \text{ mm}^2$) ed i limiti di caduta di tensione imposti (4%).

La sezione dei conduttori di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori di neutro in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm^2 , la sezione dei conduttori neutri potrà essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm^2 (per conduttori in rame) purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2 e 524.3 della Norma CEI 64-8.