



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO



LAVORI DI ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL COMPLESSO DIDATTICO DELLA SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA - VIA PARLAVECCHIO N°3, PALERMO - LOTTO I

PROGETTAZIONE: Area Tecnica e Patrimonio Immobiliare

Coordinatore della progettazione
e progettazione architettonica esecutiva:
Ing. Dario La Torre

Progettazione esecutiva impianti tecnologici:
Ing. Dario La Torre

Collaboratore alla progettazione
degli impianti tecnologici:
Ing. Rosario Burgio

Coordinatore della sicurezza in fase di
progettazione:
Arch. Rosario Musso

Responsabile Unico del Procedimento:
Arch. Rosario Musso

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI GENERALI

G.05

IMPIANTI ELETTRICO E SPECIALI - RELAZIONE TECNICA

Data:

Aprile 2022

Scala:

Il Dirigente dell'Area Tecnica
(ing. Antonio Sorce)

Il Rettore
(Prof. Massimo Midiri)

INDICE

Premessa

- 1 Descrizione Impianti, prescrizioni generali, prevenzione e requisiti tecnico-professionali
- 2 Leggi, Decreti e Norme tecniche
- 3 Considerazione tecniche generali, caratteristiche tecniche degli impianti e scelte progettuali
- 4 Analisi dei carichi
- 5 Dimensionamento dei conduttori
- 6 Protezione contro i contatti indiretti sovraccarichi e cortocircuiti
- 7 Quadri elettrici di BT
- 8 Impianto di terra ed equipotenzializzazione
- 9 Selettività
- 10 Impianto illuminazione interna
- 11 Sistema di Building Automation KNX-DALI
- 12 Cablaggio strutturato
- 13 Particolarità sulle verifiche dell'impianto
- 14 Ulteriori precisazioni
- 15 Elenco allegati
- 16 Conclusioni
- 17 Firme

Premessa

L'incarico ha come oggetto il rifacimento degli impianti elettrico e speciali a servizio del Complesso Didattico della Scuola di medicina e Chirurgia di Via Parlavecchio, 3 a Palermo, a partire dal punto di consegna individuato nel quadro di bassa tensione della cabina di trasformazione MT/BT e dal punto di consegna della fibra ottica da parte degli enti distributori. Sebbene la relazione tecnica ed i calcoli riguardano l'intero immobile, i lavori verranno suddivisi in più lotti, ragion per cui nel prosieguo della presente relazione verranno di volta in volta evidenziate le parti che non faranno parte del lotto 1 che riguarderà soltanto il rifacimento degli impianti elettrico e speciali dei piani scantinato, terra, primo e secondo. Nello specifico, l'elaborato progettuale prenderà in considerazione l'impianto FM, l'assetto illuminotecnico con relativo Sistema di Building Automation KNX-DALI e gli impianti di segnale a servizio dell'edificio. A seguito della realizzazione delle opere sarà comunque necessario tenere conto delle variazioni stabilite in fase di realizzazione secondo le indicazioni della direzione lavori. L'edificio in oggetto si compone di cinque livelli fuori terra (dal piano rialzato al piano quarto) ed un piano seminterrato, che comprende soltanto due locali tecnici. La superficie in pianta della struttura risulta così suddivisa: piano scantinato di circa 53 m² ; piano terra di circa 391 m2, piano primo di circa 552 m2, piano secondo di circa 535 m2, piano terzo di circa 535 e piano quarto di circa 538 m2. Le strutture portanti, quali travi e pilastri, risultano essere in cemento armato mentre i solai in laterocemento. I piani sono tra loro collegati mediante due scale interne laterali (scala A e scala B) e da quattro ascensori (due per ciascun lato). Sono inoltre presenti due scale di emergenza antincendio esterne alla struttura che vanno dal piano quarto al piano terra. L'accesso al piano seminterrato avviene mediante scala di collegamento direttamente dall'area esterna; l'accesso alla copertura avviene mediante botola dal piano quarto. Di seguito si riporta una descrizione dei piani costituenti l'edificio:

- Il piano rialzato si compone di una hall, una portineria, un'aula da 160 posti (Aula D) con annessa cabina di proiezione, un locale tecnico, due gruppi di servizi igienici e due corridoi che disimpegnano verso le scale di collegamento dei piani e le aree di sbarco degli ascensori. L'accesso al piano rialzato, corrispondente con l'accesso all'edificio, avviene dalla hall mediante porticato che si collega al piano di strada con una gradinata e una rampa per diversamente abili;
- Il piano primo si compone di un'aula da 218 posti (Aula A) con annessa cabina di proiezione, un'aula da 40 posti (Aula E), un'aula da 12 posti (Aula I), un locale riservato (ufficio), uno

studio, due gruppi di servizi igienici e dei corridoi che disimpegnano i vari locali verso le scale di collegamento dei piani e le aree di sbarco degli ascensori.

- Il piano secondo si compone di un'aula da 218 posti (Aula B) con annessa cabina di proiezione, un'aula da 40 posti (Aula F), un locale adibito a servizi per la didattica (Auletta 99), un locale dedicato alle associazioni studentesche, un locale dedicato ai servizi di orientamento e tutorato, due gruppi di servizi igienici e dei corridoi che disimpegnano i vari locali verso le scale di collegamento dei piani e le aree di sbarco degli ascensori.
- Il piano terzo si compone di un'aula da 142 posti (Aula C) con annessa cabina di proiezione, un'aula da 106 posti (Aula G), un locale adibito a segreteria, un locale dedicato a ufficio del direttore, un locale ufficio, due gruppi di servizi igienici e dei corridoi che disimpegnano i vari locali verso le scale di collegamento dei piani e le aree di sbarco degli ascensori.
- Il piano quarto si compone di un'aula informatica da 65 posti (Aula H), con annessa cabina di proiezione, un'aula da 12 posti (Aula L), un locale dedicato alle associazioni studentesche, tre locali a uso ufficio, un locale per la gestione dell'aula informatica, due gruppi di servizi igienici e dei corridoi che disimpegnano i vari locali verso le scale di collegamento dei piani e le aree di sbarco degli ascensori.
- Al piano copertura è presente un lastrico solare e i locali tecnici per gli ascensori;
- Il piano seminterrato ospita i locali tecnici relativi ai gruppi di pompaggio e autoclave.

Nel presente documento si riportano le descrizioni relative agli interventi impiantistici relativi all'impianto elettrico e speciali. La relazione tecnica integra gli elaborati grafici del progetto esecutivo con indicazioni descrittive delle opere da realizzare:

- Linee elettriche di distribuzione;
- Quadri elettrici di distribuzione;
- Impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza;
- Punti luce e prese di servizio;
- Impianto di terra ed equipotenziale;
- Sistema di Building Automation KNX-DALI

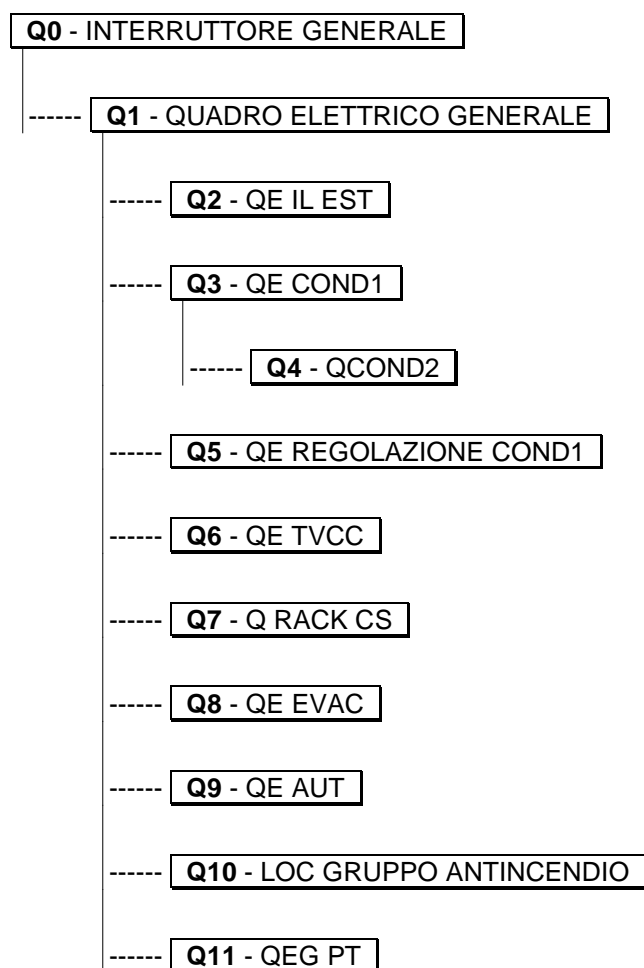
Gli impianti dovranno essere realizzati "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali, che per quel che concerne l'installazione.

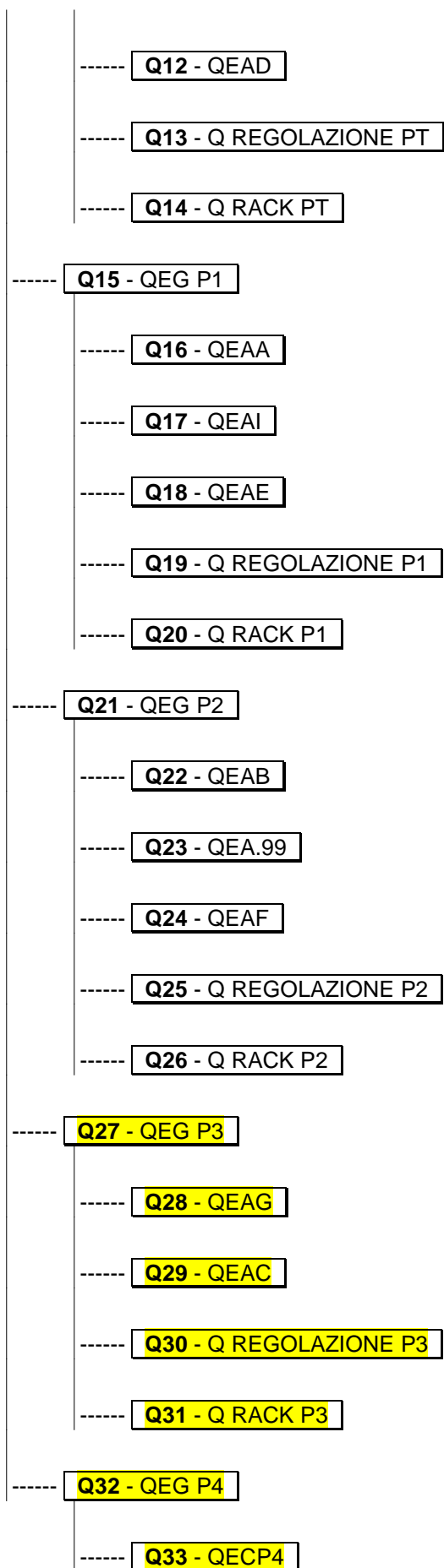
1 Descrizione Impianti, prescrizioni generali, prevenzione e requisiti tecnico-professionali

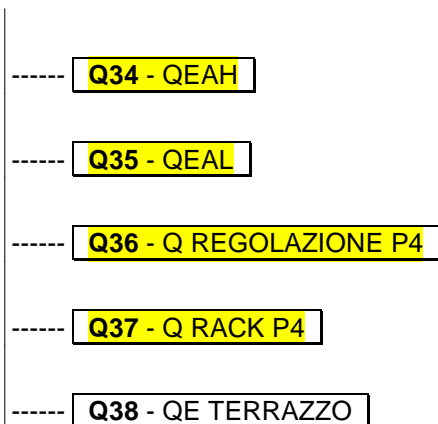
Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici e speciali specificati nell'articolo precedente, valgono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI.

L'impianto elettrico dell'edificio ha origine dal quadro generale di bassa tensione (power center) posto all'interno della cabina di trasformazione dalla quale sono serviti altri edifici facenti parte della struttura universitaria. Alla base dell'edificio, all'interno di apposito locale tecnico sito al piano rialzato, sarà installato il quadro elettrico generale dell'edificio (QEG) a cui verrà demandata la protezione delle linee relative alla distribuzione elettrica principale. All'interno del quadro elettrico generale di bassa tensione posto nel locale cabina (Q0) si prevede l'installazione di un interruttore automatico a protezione della linea elettrica di alimentazione del quadro elettrico generale dell'edificio e di un interruttore automatico a protezione del gruppo pompe antincendio. Dal quadro elettrico generale (QEG) saranno alimentati i quadri elettrici dei piani e i quadri elettrici delle aree tecniche secondo lo schema a blocchi di seguito riportato:

Struttura quadri







La struttura sopra elencata riporta nel suo insieme tutti i quadri che fanno parte della riqualificazione dell'impianto elettrico nel suo complesso. Sono stati evidenziati in giallo quelli relativi alla riqualificazione dell'impianto elettrico del piano terzo e quarto che non rientra tra le opere previste nel lotto 1.

L'interruttore che protegge la linea di alimentazione del quadro elettrico generale sarà equipaggiato con bobina di sgancio comandata da pulsante luminoso sottovetro da installare alla base dell'edificio. I quadri elettrici saranno installati in posizione all'interno di appositi locali e, laddove ciò non avviene, saranno posizionati in maniera tale da non arrecare intralcio. I quadri elettrici saranno dotati di sportello chiudibile con attrezzo speciale al fine di evitare manovre non desiderate da personale non autorizzato. Il grado di protezione minimo richiesto per i quadri elettrici previsti è identificato in IP43, in quanto trattasi di installazioni al chiuso dove non sono presenti grossi accumuli di polvere o utilizzo di spruzzi d'acqua.

La linea di alimentazione dell'edificio, proveniente dal locale cabina, sarà realizzata con cavo in EPR tipo FG16-M16 in tubazione interrata. Dal quadro generale dell'edificio verranno alimentati i quadri elettrici di distribuzione dei piani mediante cavi in EPR FG16-M16 in passerella metallica posta all'interno di cavedio verticale. La distribuzione orizzontale sarà realizzata con cavi in EPR FG16-M16 posati in passerelle metalliche a controsoffitto o in pavimenti flottanti. Le sezioni e le tipologie dei cavi sono comunque desumibili dagli schemi elettrici unifilari in allegato.

Il dimensionamento dei cavi e delle protezioni viene effettuato tenuto conto delle potenze impegnate per le utenze fisse (condizionamento, illuminazione, elettropompe, ecc.) e secondo le potenze stimate sui circuiti prese distribuiti all'interno della struttura. In ogni caso le potenze considerate terranno conto dei coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità derivati dal reale utilizzo degli impianti e dalla capacità di modulazione dovuta alla presenza dei sistemi di gestione per l'impianto di climatizzazione e illuminazione.

Classificazione degli ambienti

Gli ambienti d'installazione dell'impianto elettrico potranno essere classificati, in accordo con le informazioni raccolte, con la normativa dei VVF. In particolare, l'attività in oggetto è tra quelle elencate nel DPR n 151/2011- "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell'art. 49 comma 4-quater del Decreto Legge 31 maggio 2010 n 78 convertito con modificazioni dalla legge 30 luglio 2010 n 122" ed è regolamentata con riferimento al DM 26 agosto 1992 e s.m.i - "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica". Pertanto, in osservanza delle indicazioni presenti nella norma CEI 64-8 parte VII, la struttura viene classificata come: *luogo a maggior rischio in caso d'incendio*.

Generalità e prescrizioni generali

L'impianto elettrico nel suo complesso avrà caratteristiche dimensionali e strutturali tali da ricadere nella casistica definita dal DECRETO 22 gennaio 2008 n. 37 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. In osservanza a quanto previsto dalla Legge 1 marzo 1968, n°186 (G.U. n°77, 23 marzo 1968) l'impianto dovrà essere eseguito nel totale rispetto delle normative dettate dal Comitato Elettrotecnico Italiano, in perfetta regola d'arte e utilizzando solo materiale certificato IMQ (o marchio equivalente per legge). Gli impianti dovranno inoltre essere conformi a:

- Testo univo sulla sicurezza Dlgs. 81/08 aggiornato a gennaio 2020;
- Prescrizioni dei VV.FF e delle autorità Locali;
- Prescrizioni della società di distribuzione dell'energia per la connessione alle reti pubbliche di distribuzione.

Prevenzione degli infortuni sul lavoro

L'installatore dovrà rispettare scrupolosamente le direttive del progetto riguardo al materiale ed alle modalità di esecuzione; ogni variazione rispetto al presente documento dovrà essere preventivamente comunicata ed approvata dal tecnico progettista. Il presente documento non dà indicazioni sulle marche e articoli degli apparecchi da installare; l'installatore potrà proporre e utilizzare materiale sempre che sia dotato di certificazione di legge e caratteristiche tecniche analoghe a quelle indicate nel progetto ed approvati preventivamente dal Direttore Lavori. Tutti i lavori eseguiti dalla ditta installatrice dovranno essere realizzati in conformità alle normative di sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e, in particolare, seguendo i dettami del Decreto

Legislativo 9 aprile 2008, n°81 aggiornato a gennaio 2020 (Testo unico sulla Sicurezza e Salute delle lavoratrici e dei lavoratori). La ditta installatrice dovrà inoltre rispettare quanto prescritto dalle Norme CEI in merito all'impianto elettrico di cantiere.

Requisiti tecnico-professionali del progettista e dell'installatore

Il progetto verrà redatto da un professionista iscritto ad un albo professionale nell'ambito delle proprie competenze.

Il progetto dovrà essere depositato:

- a) presso gli organi competenti al rilascio di licenze di impianto o di autorizzazioni alla costruzione quando previsto dalle disposizioni legislative e regolamentari vigenti;
- b) presso gli uffici comunali, contestualmente al progetto edilizio, per gli impianti il cui progetto sia soggetto per legge ad approvazione.

Le lavorazioni dovranno essere eseguite da un'impresa installatrice o, per i lavori all'interno di una azienda non installatrice, ad un suo ufficio tecnico interno, abilitati ai sensi della normativa vigente. Al termine dei lavori l'impresa o l'ufficio tecnico interno di azienda non installatrice dovrà redigere e trasmettere alla Committenza la dichiarazione di conformità alla regola d'arte, secondo il DM n 37/08, firmata dal responsabile tecnico/rappresentante legale.

2 Leggi, Decreti e Norme Tecniche

In particolare gli impianti, a seconda del tipo d'uso e destinazione, dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Norma CEI 64-8

"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua"

- Guida CEI 0-2

"Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";

- Norma CEI-UNEL 35024

Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con

conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1

- CEI-UNEL00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati in gomma per energia
- Gli interruttori automatici modulari dovranno essere scelti conformi alla Norma CEI EN 60947-2 (uso industriale);
- Gli interruttori automatici scatolati ed aperti per uso industriale dovranno essere conformi alla Norma CEI EN 60947-2;
- Gli interruttori differenziali per uso domestico e similare dovranno essere conformi alle norme CEI EN 61008-1 (senza sganciatore di sovracorrente) e CEI EN 61009-1 (con sganciatore di sovracorrente);
- I Quadri elettrici dovranno essere conformi alle norme della serie CEI EN 61439.
- Il sistema di canali portacavi dovrà essere conforme alle norme CEI EN 61537

Oltre ad essere rispondenti alle norme CEI citate, gli impianti elettrici dovranno rispettare i dettami delle seguenti Leggi, Circolari e Decreti:

- DECRETO 22 gennaio 2008 n. 37 - "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 - quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- Legge 1 marzo 1968, n°186 - Norme di esecuzione a regola d'arte degli impianti.
- Legge 9 gennaio 1989, n°13; D.M. 14 giugno 1989 n°236; Circolare 22 giugno 1989; n°1669/UL - Eliminazione delle barriere architettoniche;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 aggiornato a gennaio 2020 - Testo unico sulla Sicurezza e Salute delle Lavoratrici e dei Lavoratori.
- Regolamento CPR (UE) 305/2011-Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio DM 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139", più noto con il nome di "Codice di prevenzione incendi"
- DPR n 151/2011- "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell'art. 49 comma 4-quater del Decreto Legge 31 maggio 2010 n 78 convertito con modificazioni dalla legge 30 luglio 2010 n 122"

- DPR 462/01 - 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.

Altre Leggi, Circolari, Decreti e norme CEI saranno richiamati nei vari capitoli a seguire in caso di particolari condizioni di funzionamento o di particolari requisiti richiesti dal materiale utilizzato. Gli impianti e i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1 marzo 1968, n.186.

3 Considerazione tecniche generali, caratteristiche tecniche degli impianti e scelte progettuali

L'impianto elettrico a servizio della struttura sarà un impianto in bassa tensione (400/230V a 50 Hz), e sarà alimentato mediante protezione derivata da un quadro elettrico già esistente posto all'interno del locale cabina di trasformazione MT/BT. La fornitura esistente è in media tensione. Il sistema elettrico di bassa tensione sarà di tipo TN-S. Tutte le masse dell'impianto e le masse estranee presenti nell'edificio dovranno essere collegate ad un unico impianto di terra mediante conduttori di protezione PE. Il presente progetto terrà conto dei requisiti di sicurezza richiesti per la struttura in questione. Tra gli obiettivi delle scelte progettuali saranno quindi prioritari i seguenti:

- garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito;
- realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti (p.es. mediante equipotenzializzazione delle masse metalliche presenti);
- evitare che le linee possano essere causa d'incendio;
- garantire un'efficiente illuminazione ordinaria adeguata al compito visivo che si svolge nei diversi ambienti;
- garantire alimentazione di sicurezza con adeguata affidabilità e continuità;
- ottimizzare il funzionamento degli impianti evitando al contempo sprechi energetici derivanti da un uso scorretto delle apparecchiature tramite la tecnologia e sistema di building Automation KNX – DALI.

Caratteristiche tecniche degli impianti

Gli impianti dovranno essere eseguiti seguendo in maniera fedele i dettami delle normative del Comitato Elettrotecnico Italiano sopra citate e le direttive che il progettista riterrà essere di buona tecnica impiantistica.

In particolare tutti i tilizzati dovranno essere in rame con isolante del tipo non propagante l'incendio con isolamento in gomma etilenpropilenica FG16M16 Cca-s1b d1 a1 oppure FG16(O)M16 Cca-s1b d1 a1, per l'impianto interno se posato in canale metallico, tubazioni rigide o flessibili. Mentre per i collegamenti tra il QEG ed il quadro elettrico bordo macchina dell'elettropompa antincendio, nonché per i collegamenti tra i pulsanti di sgancio in emergenza e la relativa bobina di sgancio, posta all'interno del QEG, dovranno essere utilizzati cavi unipolari o multipolari del tipo FTG18M16 0.6/1kV PH 120. Questi ultimi, nel loro percorso che va dal QEG agli utilizzatori, non dovranno in alcun modo essere interrotti per non pregiudicarne le caratteristiche di resistenza al fuoco. Infine, per i collegamenti dei circuiti KNX dovrà essere utilizzato un cavo certificato KNX.

Il diametro interno dei tubi dovrà almeno essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che contiene. Nei canali la sezione occupata dai cavi non dovrà superare il 50% della sezione del canale stesso. Le cassette di derivazione dovranno essere del tipo con coperchio fissato a vite.

I conduttori dovranno avere i colori di legge ed in particolare:

- il conduttore di neutro dovrà essere azzurro;
- il conduttore di fase marrone, grigio o nero;
- il conduttore di terra gialloverde.

I cavi da utilizzare nell'impianto saranno definiti univocamente nelle tavole esecutive, negli schemi di impianto e nell'allegato alla relazione che riporterà le verifiche effettuate su ciascuna linea elettrica.

In ogni caso la caduta di tensione su ogni linea a pieno carico non dovrà superare il 2% per le dorsali principali ed il 4% per le dorsali secondarie e le derivazioni. Le linee saranno calcolate nel rispetto della protezione contro le sovracorrenti e della limitazione della caduta di tensione con un coefficiente di contemporaneità variabile da 1 a 0,85.

Isolamento dei cavi

I cavi utilizzati nei sistemi di categoria I dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U₀/U) non inferiore a 600/1000 V. Quelli utilizzati nei sistemi di categoria 0 dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori ai 400V, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti per sistemi di categoria I.

Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722.

In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente dal colore blu chiaro e dal bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, essi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto preferibilmente dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

Sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse:

Per la scelta delle sezioni da utilizzare saranno state rispettate le seguenti prescrizioni di norma.

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 2% per la dorsale principale ed il 4%, della tensione a vuoto, per le dorsali secondarie e le derivazioni) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno 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 dei conduttori di rame dovranno rispettare quanto di seguito riportato:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e comando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;

Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri potrà essere ridotta della metà rispetto a quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni delle norme CEI 64-8;

Sezione dei conduttori di terra e protezione:

Per la scelta delle sezioni da utilizzare dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni di norma:

- La sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella 1, riportata sotto, tratta dalle norme CEI 64-8.
- Per i conduttori di protezione si è scelto di utilizzare la stessa sezione del cavo di fase;
- Per i collegamenti equipotenziali principali il collegamento dovrà essere effettuato al collettore principale di terra ed i conduttori dovranno avere sezione non inferiore a metà del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6 mm²;
- Il conduttore di terra che collegherà il collettore di terra all'impianto di terra esistente dovrà avere sezione almeno uguale a quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 16 mm² se posato senza tubo protettivo;

Tabella 1

Sez del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm ²)	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)
≤16	Sez del conduttore di fase	Vale quanto già detto nella colonna precedente con un minimo di: 2,5 se protetto meccanicamente e 4 se non protetto meccanicamente
>16 e ≤35	16	16
>35	½ sezione del conduttore di fase	½ sezione del conduttore di fase

Propagazione del fuoco e resistenza al fuoco dei cavi da utilizzare:

Per la scelta delle condutture da utilizzare dovranno essere rispettate, le seguenti prescrizioni di norma:

- cavi unipolari o multipolari del tipo FG16M16 0.6/1kV o FG16OM16 0.6/1kV con conduttore in rame rosso, formazione flessibile, classe 5, isolamento in gomma qualità G16, guaina termoplastica LS0H qualità M16, tensione nominale 0,6-1kV c.a., classe Cca-s1b, d1, a1, conforme alle norme CEI 20-13, CEI 20-38 p.q.a., CEI UNEL 35324, CEI UNEL 35328, Direttiva B.T. 2014/35/UE, Direttiva RoHS 2011/65/UE, CPR 305/2011/UE, classificazione (CEI UNEL 35016) EN 13501-6, emissione di calore e fumi durante lo sviluppo della fiamma EN 50399, propagazione della fiamma verticale EN 60332-1-2, gas corrosivi ed alogenidrici EN 60754-2, densità dei fumi EN61034-2.

Per i collegamenti tra il QEG ed il quadro elettrico bordo macchina dell'elettropompa antincendio, nonché per i collegamenti dei pulsanti di sgancio in emergenza, saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche:

- cavi unipolari o multipolari del tipo FTG18M16 0.6/1kV PH 120 con conduttore in rame rosso, formazione flessibile, classe 5, isolamento in gomma qualità G18, guaina termoplastica LS0H qualità M16, tensione nominale 0,6-1kV c.a., classe B2ca-s1a, d1, a1, conforme alle norme CEI 20-45, CEI 20-38 p.q.a., EN 50200, EN 50362, Direttiva B.T. 2014/35/UE, Direttiva RoHS 2011/65/UE, CPR 305/2011/UE, classificazione (CEI UNEL 35016) EN 13501-6, emissione di calore e fumi durante lo sviluppo della fiamma EN 50399, propagazione della fiamma verticale EN 60332-1-2, gas corrosivi ed alogenidrici EN 60754-2, densità dei fumi EN61034-2.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno essere adattati all'ambiente in cui saranno installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Tutti gli apparecchi dovranno riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Condutture, tubazioni e scatole di derivazione

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette portacavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile e nell'area esterna circostante, etc...

In particolare:

- a) il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione dovrà essere aumentato a 1,5 quando i cavi saranno del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica;
- b) il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno, non dovrà essere inferiore a 10,7 mm;
- c) il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- d) ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla geometria dei locali, ad ogni derivazione dalla linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione;
- e) le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- f) i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione dovranno essere distinti per ogni montante. Sarà ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;

g) qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia sarà 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 conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19. Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche (ove esistenti). Il numero dei cavi installati dovrà essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8. Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applicherà quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); opportune barriere dovranno separare cavi a tensione nominali differenti, qualora si utilizzino cavi che per le loro caratteristiche di isolamento non permettano la coesistenza.

Dovranno essere previsti per i canali metallici i necessari collegamenti di terra equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. Nei passaggi di parete, qualora necessari, dovranno essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati dovranno soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

Per l'interramento delle tubazioni in esterno, laddove sia necessario, si dovrà procedere nel modo seguente:

- a. sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e ad almeno 60cm, privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovranno distendere i tubi senza premere e senza farli affondare artificialmente nella terra;
- b. si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo. Per la profondità di posa sarà eseguito il concetto di avere il tubo (o i tubi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino. Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm 60. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

c. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate. Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni m 30 circa se in rettilineo;
- ogni m 15 circa se con interposta una curva;

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a quanto consigliato dai produttori e dalle norme vigenti.

Linee di distribuzione

Saranno costituite dalle linee in partenza dal quadro generale QEG verso i quadri di distribuzione secondari e da questi verso le cassette di derivazione e le apparecchiature elettriche servite, oltre alla linea che alimenta direttamente il quadro elettrico bordo macchina della elettropompa antincendio. Tali linee saranno posate in canale portacavi all'esterno dei locali, su canale portacavi/passarella portacavi/passarella a filo d'acciaio all'interno degli ambienti, conformi alle Norme CEI EN 61537; 50085-1 e 50085 2-3.

Per i collegamenti tra il QEG e i vari sottoquadri, nonché per i collegamenti tra questi ultimi e le apparecchiature servite, saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche:

- cavi unipolari o multipolari del tipo FG16M16 0.6/1kV o FG16OM16 0.6/1kV con conduttore in rame rosso, formazione flessibile, classe 5, isolamento in gomma qualità G16, guaina termoplastica LS0H qualità M16, tensione nominale 0,6-1kV c.a., classe Cca-s1b, d1, a1, conforme alle norme CEI 20-13, CEI 20-38 p.q.a., CEI UNEL 35324, CEI UNEL 35328, Direttiva B.T. 2014/35/UE, Direttiva RoHS 2011/65/UE, CPR 305/2011/UE, classificazione (CEI UNEL 35016) EN 13501-6, emissione di calore e fumi durante lo sviluppo della fiamma EN 50399, propagazione della fiamma verticale EN 60332-1-2, gas corrosivi ed alogenidrici EN 60754-2, densità dei fumi EN61034-2.

Per i collegamenti tra il QEG ed il quadro elettrico bordo macchina dell'elettropompa antincendio, nonché per i collegamenti dei pulsanti di sgancio in emergenza, saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche:

- cavi unipolari o multipolari del tipo FTG18M16 0.6/1kV PH 120 con conduttore in rame rosso, formazione flessibile, classe 5, isolamento in gomma qualità G18, guaina termoplastica LS0H qualità M16, tensione nominale 0,6-1kV c.a., classe B2ca-s1a, d1, a1, conforme alle norme CEI 20-45, CEI 20-38 p.q.a., EN 50200, EN 50362, Direttiva B.T. 2014/35/UE, Direttiva RoHS 2011/65/UE, CPR 305/2011/UE, classificazione (CEI UNEL 35016) EN 13501-6, emissione di calore e fumi durante lo sviluppo della fiamma EN 50399, propagazione della fiamma verticale EN 60332-1-2, gas corrosivi ed alogenidrici EN 60754-2, densità dei fumi EN61034-2.

Apparecchi di comando, di protezione e prese a spina

Comandi

Si dovranno installare apparecchi di comando modulari e componibili adatti alla realizzazione di combinazione di funzioni, con inserimento a scatto su supporti in policarbonato autoestinguente idonei all'isolamento completo delle parti attive dei frutti e con morsetti posteriori di tipo doppio (sezione massima dei cavi 2 x 4 mm²), piastrine serracavo, viti impermeabili e collari di protezione. Saranno da impiegarsi apparecchi da installazione esterna modulari e componibili. Gli interruttori devono avere portata 16 A; la serie dovrà consentire l'installazione di almeno n 3 apparecchi interruttori nella scatola rettangolare normalizzata. Tali apparecchi dovranno rispettare la norma di riferimento CEI EN 60669-1 (CEI 23-9). Il grado di protezione minimo del sistema non dovrà essere inferiore a IP54

Apparecchi di protezione

Apparecchiature modulari con modulo normalizzato; le apparecchiature da installare all'interno dei quadri elettrici devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (CEI 17-18). In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione di almeno 6.000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di

corrente CEE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);

c) gli interruttori con relè differenziati fino a 63 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Devono essere del tipo ad azione diretta;

d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetra polari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 6000 A;

e) il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazioni dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso). Gli interruttori di cui in c) e in d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e devono essere interamente assiemati a cura del Costruttore.

Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione.

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di c.c. elevate ed in ogni caso maggiori di 6.000 A, gli interruttori automatici magnetotermici devono avere adeguato potere di interruzione.

Prese a Spina

Si dovranno installare prese a spina di tipo per posa a parete, in modo da consentire una facile manovra dei comandi e da poterle installare in supporti di policarbonato antiurto. Le prese saranno con alveoli segregati, sia del tipo bipasso (2P T, 10,16 A, interasse 19,26 mm, alveoli con diametro di 5 mm) sia del tipo UNEL P30 (2P + T, 10,16 A, con presa di terra centrale). Le prese dovranno avere morsetti posteriori di tipo doppio (sezione massima dei cavi 2 x 4 mm²), piastrine serracavo, viti impermeabili e collari di protezione. Tali apparecchi dovranno rispettare le norme di riferimento CEI 23-16 e 23-5. Il grado di protezione minimo del sistema dovrà essere IP54

I servizi igienici per disabili saranno provvisti di sistema di chiamata a tirante con segnalazione ottico acustica in locale presidiato. Il reset dell'allarme potrà avvenire solo mediante dispositivo posto all'interno dei locali da cui è partito l'allarme.

Pulsanti di sgancio in emergenza

L'impianto elettrico sarà dotato di dispositivi di sicurezza da manovrare in caso di emergenza, consistenti in pulsanti ad accesso protetto il cui azionamento permetterà di sganciare parti di impianto specifiche. In particolare si prevede di poter sganciare la linea principale proveniente dal quadro generale di bassa tensione agendo sull'interruttore da installare all'interno del quadro generale di bassa tensione. I pulsanti saranno posti in prossimità dell'ingresso alla palazzina e in zona presidiata. Verranno utilizzati circuiti con bobine a lancio di corrente e pulsanti NC con sistema di segnalazione integrità del circuito. I circuiti di sgancio dovranno essere del tipo a sicurezza positiva e tutti i pulsanti di sgancio dovranno essere identificati in modo idoneo con uso di cartelli metallici uniformati alle prescrizioni sulla segnaletica di sicurezza.

4 Analisi dei carichi

Per dimensionare i conduttori sarà necessario il calcolo della corrente di impiego I_b . Note la potenza assorbita dal carico P_a , la tensione nominale V ed il coefficiente $g = K_u \times K_c$ si potrà effettuare il calcolo della corrente d'impiego ricorrendo alle seguenti relazioni:

$$I_b = g \times \frac{P_a}{V \cos \varphi} \quad \text{per i circuiti monofase}$$

$$I_b = g \times \frac{P_a}{\sqrt{3} V \cos \varphi} \quad \text{per i circuiti trifase}$$

dove il coefficiente g è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la corrente teorica I_t che si avrebbe se tutta la potenza installata venisse pienamente utilizzata e compendia i fattori K_u (coefficiente di utilizzazione) e K_c (coefficiente di contemporaneità).

Nell'effettuare l'analisi dei carichi si è proceduto alla valutazione dei seguenti casi:

- utilizzatori il cui carico è completamente noto in termini di potenza, corrente, fattore di potenza, e regime di funzionamento;
- utilizzatori a presa di cui il carico non è noto;

Gli utilizzatori il cui carico è noto saranno gli apparecchi d'illuminazione e gli utilizzatori fissi.

Per le prese a spina di servizio si è considerata la massima potenza installabile nel punto presa considerato ed utilizzando gli opportuni coefficienti si è stimato il carico convenzionale.

5 Dimensionamento dei conduttori

La portata I_z di una conduttura è il massimo valore di corrente che può fluire in essa senza che si superi una prefissata temperatura. La portata dipende da fattori quali la sezione ed il tipo di cavo, la temperatura ambiente ed il tipo di posa, attraverso la relazione:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

dove è:

I_z = portata del cavo;

I_0 = portata relativa al cavo o ai cavi che costituiscono il circuito in esame, nelle previste condizioni di posa ed a temperatura ambiente di 30°C;

$K1$ = fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 30°C;

$K2$ = fattore di correzione per cavi installati in fascio o in strato, dipendente dal numero di circuiti presenti nel fascio.

$K3$ tiene conto della profondità di posa, quando questa è diversa da 0,8 m.

$K4$ tiene conto della resistività termica del terreno, quando questa è diversa da 1,5 Kxm/W

La portata I_0 dipende dalla sezione del cavo, dal materiale conduttore, dal tipo di isolante, dal tipo di posa e dal numero di conduttori della conduttura attraversati da correnti significative. Per un dato insieme di condizioni la portata I_0 si determina dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1. Applicando gli opportuni fattori correttivi $K1$, $K2$, $K3$ e $K4$ si ricava la portata effettiva I_z .

Per ogni conduttura dell'impianto dovrà risultare $I_b \leq I_z$ affinché questo risulti utilizzabile in condizioni ordinarie di esercizio.

La sezione dei cavi sarà inoltre determinata anche tenendo conto della massima caduta di tensione percentuale ammessa, $\Delta V\%$. Questa a regime non dovrà superare il 2% tra il quadro generale di bassa tensione e il quadro generale dell'edificio. Analogamente non dovrà essere superato il limite del 2% per l'alimentazione del quadro elettrico bordo macchina dell'elettropompa di pressurizzazione antincendio. Mentre tra il quadro generale dell'edificio e un punto qualsiasi dell'impianto a valle di esso, il 4% della tensione nominale di alimentazione.

Una considerazione a parte verrà fatta per quel che riguarda il dimensionamento del circuito che andrà ad alimentare l'elettropompa antincendio. In questo caso il circuito verrà dimensionato tenendo conto di quanto riportato al punto 10.8 della UNI EN 12845. In particolare l'alimentazione per il quadro di controllo dell'elettropompa dovrà essere dedicata esclusivamente al gruppo di pompaggio e separata da tutti gli altri collegamenti. L'alimentazione elettrica dovrà essere presa a monte dell'interruttore generale dell'alimentazione al fabbricato. I cavi dovranno essere protetti contro il fuoco e i danni meccanici. Verranno installati in parte all'esterno del fabbricato, in parte all'interno dello stesso. Poiché essi attraverseranno il fabbricato protetto dovranno essere di tipo FTG18M16 e avere caratteristica di resistenza al fuoco almeno PH120. Inoltre dovranno essere di singola tratta senza giunzioni. La corrente per il dimensionamento corretto dei cavi verrà determinata considerando il 150% della corrente massima possibile a pieno carico.

6 Protezione contro i contatti diretti, indiretti, sovraccarichi e cortocircuiti

La protezione contro i contatti diretti dovrà avvenire mediante:

- isolamento delle parti attive - le parti attive devono essere completamente ricoperte con isolamento che ne impedisca il contatto e che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dovrà essere in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche cui può essere soggetto nell'esercizio;
- protezione mediante involucri o barriere – le parti attive dovranno essere racchiuse entro involucri o barriere che assicurino un grado di protezione almeno pari a IP2X o IP4X nel caso di superfici superiore di involucri o barriere orizzontali a portata di mano. Quando sia necessario per ragioni di esercizio aprire gli involucri si dovrà seguire una delle seguenti disposizioni: uso di attrezzo o chiave se in esemplare unico affidata al personale addestrato; sezionamento delle parti attive mediante apertura con interblocco; interposizione di barriere o schermi che garantiscano un grado di protezione di almeno IP2X;
- protezione parziale mediante ostacoli – gli ostacoli devono impedire l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive ed il contatto non intenzionale con parti attive in tensione;
- protezione parziale mediante distanziamento – parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano;
- protezione addizionale mediante interruttori differenziali – l'impiego di interruttori differenziali con corrente nominale differenziale d'intervento non superiore a 30 mA è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti.

Dovranno essere protetti contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere previsto un impianto di terra.

A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprendere:

- a) i conduttori di protezione che partiranno dal collettore di terra, arriveranno in ogni impianto e dovranno essere collegati a tutte le prese a spina (che serviranno ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. Sarà vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse saranno collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;
- b) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di protezione e di equipotenzialità e dal quale si dipartirà un ulteriore conduttore di protezione che collegherà l'impianto da realizzare al collettore (o nodo) di terra già esistente;

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere completata con il seguente sistema:

- c) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali.

Questo tipo di protezione richiederà l'installazione di un impianto di terra coordinato con interruttori differenziale che assicureranno l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_{dn}$$

dove I_{dn} rappresenta il valore più alto della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione. Nel progetto in esame poiché il valore più alto della corrente nominale di intervento differenziale è stato assunto pari a 3 A dovrà essere verificata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_{dn} \leq 50/3 \leq 16,66 \, \Omega$$

Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica che si possa attuare, è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di R_t durante la vita dell'impianto.

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

La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:
 $I_b \leq I_n \leq I_z$ e $I_f \leq 1,45 I_z$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) e CEI 60898 (CEI 23-3). Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che potranno verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $F_t \leq K_s^2$.

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. Sarà 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 2 dispositivi dovranno 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.

7 Quadri elettrici di BT

I quadri elettrici, denominati anche apparecchiature, saranno da considerarsi componenti dell'impianto elettrico. Le carpenterie dei quadri dovranno essere opportunamente dimensionate per garantire il rispetto dei limiti di sovratemperatura all'interno del quadro. Dovranno essere assemblati in adeguati e capienti armadi metallici, trattati con polveri epossidiche, dotati di porte di chiusura di tipo yale. Il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP40. Tutti i quadri dovranno essere realizzati con carpenteria metallica monoblocco o in kit, di tipo modulare costituito da armadi con struttura in lamiera di acciaio zincata a caldo di spessore minimo di 15/10 mm, pannelli in lamiera di acciaio decapata con spessore di 12/10 mm e porte con cristallo temperato di spessore di 4 mm incollato all'interno. Le condizioni di installazione dei quadri dovranno essere le seguenti: a parere esposti su tre lati. Per la definizione di tutte le componenti dei quadri di bassa tensione si dovrà fare riferimento agli schemi elettrici unifilari allegati alla presente relazione e agli elaborati grafici. A protezione di ogni linea è stato previsto un interruttore magnetotermico differenziale. Le dimensioni dovranno essere verificate dal costruttore in funzione di tutte le apparecchiature elettriche previste negli schemi unifilari e di un ulteriore 15% di spazio disponibile per ulteriori ampliamenti. Le apparecchiature elettriche da installarsi all'interno dei quadri dovranno essere di tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto su profilato normalizzato EN 50022 ad eccezione degli interruttori/sezionatori di tipo scatolato con corrente nominale superiore a 125 A che si fisseranno a mezzo di bulloni alla piastra di cablaggio.

Tutti i circuiti in arrivo ed in partenza si attesteranno ad adeguate morsettiere portanti le identiche numerazioni dei conduttori di cablaggio. Le estremità dei conduttori dovranno essere trattati con idonei terminali o saldature forti.

Tutti i conduttori su di essi installati porteranno chiare indicazioni dei circuiti che alimenteranno.

La logica in base alla quale dovranno essere realizzati i quadri è la seguente:

- sezionatori generali;
- circuiti luci e prese tutti protetti con interruttori magnetotermici differenziali ad alta sensibilità;

- frazionamento dei carichi su più circuiti per elevare il grado di selettività orizzontale e quindi il grado di affidabilità e continuità di esercizio.

Sulla parte superiore o inferiore del quadro devono essere realizzate idonee aperture per il passaggio dei cavi. L'interno del quadro sarà accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi.

Viene assicurata un'aerazione naturale della cella, in modo da non creare sovratemperature all'interno che possano alterare le curve di intervento degli interruttori.

La funzione degli apparecchi dovrà essere contraddistinta da apposite targhette. Le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

Tutti i quadri saranno dotati di gruppi di misura e di lampade di segnalazione.

I circuiti saranno suddivisi sulle tre fasi in modo da equilibrarne il carico.

All'interno di ciascun quadro elettrico sarà installato un collettore di terra a cui saranno collegati tutti i conduttori di protezione e le masse estranee della zona di pertinenza.

Il costruttore dei quadri elettrici dovrà fare riferimento alle seguenti norme e Leggi e Direttive:

Norma. Tipologie di quadri ai quali la Norma si applica

CEI EN 61439-1

Regole generali. Per tutti i tipi di quadri.

CEI EN 61439-2

Quadri di potenza. Va letta congiuntamente con la Parte 1. Definisce i “quadri di potenza” (con tensione non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.).

Principali Leggi e Direttive che interessano i quadri elettrici

Legge 186/1968 Art. 1: “tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte”. Art. 2: “i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni elettriche ed elettroniche realizzate secondo le Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruite a regola d'arte”. I

quadri elettrici, come tutte le apparecchiature, se costruiti secondo la loro Norma saranno a regola d'arte.

DM 37/08 (sostituisce la Legge 46/90) Questo Decreto Ministeriale impone, in ottemperanza all'Art. 5, che per gli impianti sia redatta la “dichiarazione di conformità” alla regola d'arte. Pertanto tutti i prodotti installati nell'impianto, compresi i quadri, devono anch'essi essere costruiti a regola d'arte, che è rispettata se si costruisce il prodotto secondo le Norme CEI.

D.Lgs. 81/2008 “Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” – Articolo 81 – Requisiti di sicurezza: “Tutti i materiali, i macchinari e le apparecchiature, nonché le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere progettati, realizzati e costruiti a regola d'arte. Ferme restando le disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle Direttive comunitarie di prodotto, i materiali, i macchinari, le apparecchiature, le installazioni e gli impianti di cui al comma precedente, si considerano costruiti a regola d'arte se saranno realizzati secondo le pertinenti norme di buona tecnica (...)”.

Direttiva Bassa Tensione 2006/95/CE (che ha sostituito la Direttiva 73/23/CEE) La Direttiva 73/23/CEE fu recepita in Italia con la legge 791/77 e successivamente la Direttiva 93/68/CEE introdusse l'obbligo della marcatura CE. La Direttiva 2014/35/UE ha sostituito la Direttiva 2006/95/CE che a sua volta aveva conglobato la Direttiva 73/23/CEE e la Direttiva 93/68/CEE ma non ha modificato i requisiti richiesti che saranno quelli della Legge 791/77 e rimangono validi. La Direttiva Bassa Tensione si applica a tutto il materiale elettrico con una tensione di esercizio compresa tra 50 V e 1 000 V in corrente alternata e tra 75 V e 1 500 V in corrente continua. Essa indica quali caratteristiche di sicurezza dovrà possedere il materiale elettrico (e quindi anche i quadri) messo in commercio.

Direttiva Compatibilità Elettromagnetica “EMC” 2014/30/UE (che ha sostituito la Direttiva 2004/108/CE) Questa Direttiva si applica a tutte le apparecchiature elettrotecniche ed elettroniche che potranno creare perturbazioni elettromagnetiche (emissioni) o il cui funzionamento possa venire influenzato da tali perturbazioni (immunità). I disturbi prodotti dalle manovre sotto carico degli apparecchi (interruttori, sezionatori, ecc.) non saranno considerati. Per i quadri che incorporano apparecchi elettromeccanici non si esegue nessuna prova EMC. Anche per i quadri che incorporano apparecchi elettronici (es. differenziali, ecc.) conformi alle norme di prodotto e montati secondo le istruzioni del fabbricante non si effettua nessuna prova EMC. Per tutti gli altri casi si effettuano le

prove di immunità (sovratensione impulsiva, transitori/treni veloci, campo elettromagnetico e scariche elettrostatiche) e di emissione indicati nell'Allegato J della Norma CEI EN 61439-1.

Inoltre il costruttore dei quadri elettrici dovrà:

- apporre la targa con il suo nome e il n di matricola sul quadro elettrico;
- marcare il quadro elettrico CE;
- compilare la dichiarazione CE di conformità che allegherà ed archiverà con il fascicolo tecnico del quadro elettrico;
- fornirà al cliente la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni relative all'apparecchiatura (dati di targa, uso e manutenzione ecc.);
- compilerà la dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/08 per consegnarla al Committente.

8 Impianto di terra e di equipotenzializzazione

Trattandosi di un impianto di distribuzione tipo TN-S il conduttore di protezione principale che si attesterà al collettore principale da installare all'interno del quadro generale dell'edificio sarà derivato direttamente dal collettore di terra di cabina. Sarà inoltre installato un dispersore a picchetto nella zona esterna in prossimità del quadro elettrico generale per ripristinare le condizioni di equipotenzialità. Tale dispersore si collegherà al collettore di terra con conduttore di rame nudo con sezione 50 mm².

L'impianto di terra, nel suo complesso, sarà costituito da:

- dispersori (già esistenti);
- conduttore di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- collegamento equipotenziali principale;

Dispersore

L'impianto di messa a terra risulta essere realizzato, con dispersori a croce infissi nel terreno e collocati all'interno di pozzetti, lungo tutto il perimetro del fabbricato.

Conduttore di terra

Il conduttore di terra assicurerà il collegamento del collettore o nodo principale di terra con l'impianto di dispersione. La sezione del conduttore di terra dovrà essere almeno pari a quella del conduttore di fase di sezione più elevata, con un minimo di 16 mm² e posato entro tubo protettivo.

Collettori di terra (principali e secondari)

I collettori di terra saranno realizzati con una barra di rame preforata installata su idonei supporti isolanti, all'interno dei quadri elettrici. Ad essi faranno capo:

- I conduttori di terra;
- I conduttori di protezione (PE);
- I conduttori equipotenziali principali e supplementari (EQP e EQPS);

Conduttori di protezione

Le sezioni e la tipologia dei conduttori di protezione saranno indicate negli elaborati grafici. In particolare i cavi dovranno essere del tipo FG160M16 0.6/1kV con conduttore in rame, isolamento in gomma etilpropilenica e guaina in PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-35.

I conduttori di protezione seguiranno lo stesso percorso dei cavi di energia per l'alimentazione delle utenze.

Collegamenti equipotenziali

All'interno dell'edificio i collegamenti equipotenziali garantiranno l'equalizzazione del potenziale mediante il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse estranee (tubazioni metalliche dell'impianto idrico antincendio, masse estranee ecc...).

I collegamenti saranno eseguiti in base alla CEI 64/8 Fasc. 5 e CEI 64/12 con le seguenti modalità:

cavo flessibile di colore giallo-verde in rame isolato in PVC tipo FG16M16 con sezione minima non inferiore a metà del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6 mm² per i collegamenti equipotenziali principali e 4 mm² per i collegamenti equipotenziali secondari. Il conduttore sarà posato come i conduttori di fase entro canale metallico o passerella portacavi o entro tubo in PVC rigido o flessibile a seconda delle condizioni. Il cavo sarà portato alla più prossima cassetta di derivazione senza giunzioni. In corrispondenza del punto di

collegamento se la massa estranea a priva di morsetti di collegamento si useranno morsetti a compressione di tipo adatto.

Gli organi di connessione dovranno essere del tipo:

morsetti in lega presso fusa per tubi fino a 2" con due parti apribili, serrati sulla tubazione con due bulloni in acciaio zincato, provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale; morsetti in acciaio zincato o cadmiato per tubi fino a 6", serrati sulla tubazione con fascetta in nastro di acciaio zincato, provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale; altri tipi purché conformi alla normativa vigente.

I morsetti saranno posti in opera in modo che staccando il rosone che di norma copre l'entrata del tubo nel muro, sia possibile ispezionare la connessione tra conduttore equipotenziale ed il morsetto oppure in altro modo equivalente. Le zone sottostanti i morsetti devono essere adeguatamente pulite.

9-Selettività

La selettività orizzontale e verticale delle protezioni differenziali è garantita dall'installazione di interruttori differenziali che risponderanno contemporaneamente alle condizioni amperometriche e cronometriche.

Selettività verticale

Condizione amperometrica

Il dispositivo differenziale dovrà intervenire tra I_{dn} e $I_{dn}/2$ ove I_{dn} rappresenta il valore della corrente di funzionamento dichiarato. Occorrerà avere quindi un rapporto minimo pari a 2 tra le soglie d'intervento dei dispositivi a monte e a valle.

Condizione cronometrica

Il tempo minimo di non intervento del dispositivo a monte dovrà essere superiore al tempo massimo di intervento del dispositivo a valle per tutti i valori di corrente.

Selettività orizzontale

Verrà assicurata dall'installazione delle protezioni differenziali all'interno dello stesso quadro.

Selettività sovraccarichi e cortocircuiti

La selettività per la protezione dai sovraccarichi e da cortocircuiti è parzialmente garantita ed in particolare verrà parzialmente garantita la selettività amperometrica naturale con l'installazione di interruttori a protezione delle linee secondarie, con corrente nominale I_n maggiore di almeno due

grandezze rispetto alla In degli interruttori a monte, come si evince dagli schemi unifilari in allegato.

10 Impianto di illuminazione interna

Premessa

Scopo della presente relazione è quello di illustrare i criteri ed i metodi utilizzati per la progettazione dell'impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza. Il progetto prevede l'utilizzo di soluzioni standardizzate, in modo da ottenere uno standard qualitativo elevato privilegiando, nello stesso tempo, fattori come la sicurezza e la facilità di manutenzione. Si precisa che, nella norma CEI 64-8, è indicato che il personale autorizzato ad esercire e a manutentare gli impianti dovrà essere addestrato e munito di tutti quelli strumenti, attrezzatura e documentazioni del caso; nella stesura del progetto, per la parte di propria competenza, si è tenuto conto anche di questa problematica.

Considerazioni generali

Il problema dell'illuminazione generale e confortevole degli ambienti di lavoro è di difficile soluzione in modo completamente soddisfacente. L'impianto di illuminazione influisce direttamente sulla capacità visiva, sulla sicurezza e sul benessere delle persone, perciò il problema della buona illuminazione non dovrà essere visto solo sotto l'aspetto tecnico, economico e del risparmio energetico, ma anche sotto l'aspetto umano e sociale; infatti una buona illuminazione ha effetti psicologici innegabili e influisce sullo stato d'animo dell'individuo. Nell'affrontare un progetto illuminotecnico, è indispensabile pertanto considerare, nel rispetto delle esigenze di risparmio energetico e prescrizioni illuminotecniche, i parametri di illuminamento medio in esercizio e uniformità di illuminamento, la ripartizione delle luminanze, la limitazione dell'abbagliamento, la direzionalità della luce, il colore della luce e la resa del colore. Per assicurarsi di avere la migliore prestazione visiva in relazione al compito da svolgere, i parametri suddetti devono essere definiti in fase di dimensionamento e verificati in sede di realizzazione dell'impianto. Per le zone di lavoro, considerate nel presente progetto, l'illuminamento è stato calcolato ad altezza del piano di calpestio e la scelta dell'illuminamento è stata fatta sulla base dei valori d'illuminamento consigliati dalla normativa vigente.

Le norme vigenti

La Legge 37/08 stabilisce che si intendono “costruiti a regola d’arte” gli impianti realizzati in conformità alle norme tecniche UNI e CEI, alla legislazione tecnica vigente od alla normativa degli organismi di normalizzazione degli altri paesi della CEE. Per questo, si devono considerare adeguati gli impianti di illuminazione realizzati e mantenuti in conformità alle norme UNI, DIN, ecc.; e da questo discende che il progettista e l’installatore, saranno tenuti a progettare ed eseguire impianti sicuri ai sensi della legge 37/08 e del D.Lgs 81/08. La norma UNI EN 12464-1 del 2011 specifica i requisiti di illuminazione per i posti di lavoro nel rispetto delle esigenze di esecuzione, benessere e sicurezza visiva. Questa norma non intende fornire soluzioni specifiche, né limitare la libertà dei progettisti nell’esplorare nuove tecnologie, né limitare l’uso di apparecchiature innovative. Tale norma è l’unica fonte ufficiale, in Italia, che fornisce prescrizioni di carattere illuminotecnico relative all’esecuzione, l’esercizio e la verifica degli impianti di illuminazione artificiale, negli ambienti interni, civili e industriali. La norma prevede per ogni tipo di locale, sia di interni civili, sia di interni industriali, il livello d’illuminamento medio mantenuto, la tonalità di colore della luce, l’indice di resa cromatica e il grado di limitazione dell’abbagliamento. Per i locali e le situazioni non contemplate dalla norma, è necessario ricondursi a situazioni analoghe, oppure interpolare i dati tra loro.

La legislazione vigente, inerente l’illuminazione di sicurezza con luce artificiale, nei luoghi di lavoro, è il D.Lgs 81/08 “*Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n°123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*”. Nel D.Lgs 81/08, allegato 4 punto 1.5.11; si chiede che “*le vie e le uscite d’emergenza . . . devono essere dotate di un’illuminazione di sicurezza di intensità sufficiente che entri in funzione in caso di guasto dell’impianto elettrico*”. Ovviamente, l’impianto d’illuminazione di sicurezza dovrà avere un’autonomia che “. . . ,consente un ordinato sfollamento”, in conformità a quanto chiesto dal D.M. 8 marzo 1985. E’ opinione comune che per “ordinato sfollamento” in un ambiente, qual è quello in argomento, siano più che sufficienti trenta minuti di tempo. Da questo discende la necessità dell’autonomia delle lampade d’emergenza di almeno trenta minuti. La norma a cui si è fatto riferimento è la norma UNI EN 1838 del marzo 2013 – Illuminazione di sicurezza. La presente norma definisce i requisiti illuminotecnici dei sistemi di illuminazione di sicurezza, installati in edifici o locali in cui tali sistemi saranno richiesti. Essa si applica principalmente ai luoghi destinati all’accesso di pubblico o di lavoratori. La suddetta norma stabilisce tra l’altro che l’illuminazione di sicurezza per le vie di fuga dovrà rispettare i seguenti parametri:

Illuminamento						
E _{minimo} = 1 lx (Illuminamento orizzontale minimo sul pavimento)						
Uniformità						
E _{massimo} :E _{minimo} ≤ 40:1 lx d < 4h installazione						
Limitazione dell'abbagliamento						
h/m	< 2,5	2,5 ≤ h < 3	3 ≤ h < 3,5	3,5 ≤ h < 4	4 ≤ h < 4,5	≥ 4,5
L _{min} /cd	500	900	1600	2500	3500	5000
I valori di questa tabella all'interno della zona da 60° a 90° rispetto alla verticale non devono essere superati in tutte le angolature azimutali.						
Resa del colore						
R _a ≥ 40						
Autonomia nominale nelle vie di fuga						
UNI EN 1838 art. 4.2.5 e art. 4.3.5						
1 ora						
Velocità di accensione						
UNI EN 1838 art. 4.2.6 e art. 4.3.6						
Entro 5 secondi al 50 %, entro 60 secondi al 100 % dell'illuminamento previsto						

Il tempo di ricarica completo entro le 12 (24) ore.

Definizioni delle grandezze illuminotecniche

Le principali grandezze fotometriche per la qualità e la quantità della luce e la scelta del tipo di lampada da adottare, saranno le seguenti:

- flusso luminoso

Definizione: è la quantità di luce emessa da una certa sorgente o apparecchio di illuminazione

Simbolo: Φ

Unità di misura: lumen (lm)

- intensità luminosa

Definizione: è la parte del flusso luminoso emesso in una determinata direzione da una sorgente luminosa rapportata all'angolo solido che lo contiene.

Simbolo: I

Unità di misura: candela (cd).

- illuminamento

Definizione: è la quantità di flusso luminoso che si raccoglie nella quantità di superficie del piano di lavoro.

Simbolo: E

Unità di misura: lux (lux = lm/m²).

- luminanza

Definizione: è l'intensità luminosa emessa in una determinata direzione da una sorgente luminosa rapportata alle dimensioni della superficie stessa.

Questo vale sia per sorgente primaria (lampada o apparecchio di illuminazione) o secondaria (piano di un tavolo che riflette la luce)

Simbolo: L

Unità di misura: candela al metro quadro (cd/m^2).

- **luminanza media nel tempo**

Definizione: è il limite minimo del valore medio di luminanza nelle peggiori condizioni d'impianto (invecchiamento delle lampade e / o sporcizia delle stesse)

Unità di misura: candela al metro quadro (cd/m^2).

- **uniformità di luminanza**

Definizione: è il rapporto fra i valori di luminanza minima e luminanza media (U_0).

Unità di misura: adimensionale.

- **indice di abbagliamento**

L'abbagliamento è quella condizione nella quale, a causa di luminanze molto elevate o differenze troppo accentuale la nostra percezione visiva risulta difficile. Per valutare l'abbagliamento in un ambiente si ricorre al metodo UGR, il quale considera la luminosità di pareti, soffitti nonché di tutti gli apparecchi di un impianto che possaranno abbagliare, e ai valori limite di UGRl che non possaranno essere superati secondo la norma UNI 12464-1.

- **colorazione**

Definizione: descrive l'aspetto cromatico della luce

Unità di misura: Kelvin (K)

- **resa cromatica**

Definizione: è la proprietà di una sorgente luminosa di restituire i colori nel modo più fedele possibile rispetto ad una sorgente di riferimento

Unità di misura: indice di resa cromatica (R_a)

- **coefficiente di manutenzione dell'apparecchio**

Nella stesura del progetto si è tenuto conto di un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

Valori di illuminamento

L'installazione degli apparecchi illuminanti a soffitto o sulle pareti dei locali dovrà dare un livello di illuminamento medio mantenuto secondo quanto riportato nella tabella seguente dove vengono riportati anche i valori limite di UGRl, U0, Ra, e a che distanza dal suolo misurare i valori:

Ambiente	Illuminamento Em (Lux)	UGRI	Ra	Note
Aule universitarie	500	19	80	Sul piano di lavoro
Aule scolastiche e aule informatiche	300	25	80	Sul piano di lavoro
WC	200	25	80	
Magazzini	100	25	80	
Locale tecnico gruppo antincendio	200	25	60	
Scale, ingressi e zone di circolazione in genere	150	28	80	

Corpi illuminanti

Tutti i corpi illuminanti dovranno essere di tipo LED da incasso in soffitto modulare per montaggio a scomparsa in controsoffitto o a vista a plafone o a sospensione con corpo in lamiera d'acciaio e rifrattore opale in polimetilmetacrilato o di tipo lenticolare/microprismatico. Dovrà essere garantita una durata dei LED di 50.000 h con rimanente 80% di flusso iniziale. L'efficienza dell'apparecchio minima dovrà essere di 100 lm/W (T=25°C) per apparecchi con rifrattore opale e 120 lm/W (T=25°C) per quelli con ottiche lenticolari o microprismatiche. Il rifrattore opale in polimetilmetacrilato, di tipo estraibile, dovrà essere in grado di garantire una diffusione omogenea senza ombre o parti nere, mentre il rifrattore lenticolare/microprismatico dovrà garantire un UGR <19 e luminanza L65 <3000 cd/m² secondo la Norma UNI EN 12464:2011.

L'apparecchio dovrà avere un indice di resa cromatica minima RA> 80 e temperatura di colore 3000K o 4000K. L'apparecchi dovrà essere equipaggiato con il driver dimmerabile Dali. L'apparecchio dovrà garantire un grado di protezione minimo IP2X dal basso. L'efficienza minima richiesta deve essere riferita all'intero apparecchio, e non alla sola sorgente luminosa. Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente. Apparecchio conforme al CAM.

Calcoli illuminotecnici

Procedura di calcolo

I calcoli saranno stati effettuati con l'ausilio del software DIALUX Evo 10.6.

Saranno state assunte le seguenti ipotesi di base:

- fattore di manutenzione: 0,80
- illuminamento perpendicolare
- offset altezza: 0,00 m
- coefficienti di riflessione delle superfici del locale: soffitti 70%; pareti 75%; pavimenti 30%.

Per il calcolo dell'illuminazione di sicurezza è stato applicato il coefficiente di flusso luminoso dato dalle lampade in funzionamento in emergenza sotto batteria di tipo Ni-MH e che nello specifico per le lampade in oggetto ammonta a 630 lm. Inoltre saranno stati assunti pari a 0 i coefficienti di riflessioni.

In riferimento sempre all'illuminazione di sicurezza saranno state assunte le ulteriori seguenti ipotesi:

- **altezza di installazione degli apparecchi illuminanti e direzione della luce:** “un percorso per l'esodo dovrà avere un'altezza minima di 2 m e perciò, per rendere ben visibile l'intero spazio di mobilità. Gli apparecchi illuminanti pertanto vanno posti a non meno di tale altezza e preferibilmente a parete poiché, se installati a soffitto o a ridosso del soffitto, può esserne ridotta rapidamente la visibilità dal fumo in caso di incendio. È opportuno che il flusso luminoso sia diretto dall'alto verso il piano di calpestio”;
- **collocazione degli apparecchi illuminanti:** “gli apparecchi d'illuminazione di sicurezza vanno posti lungo le vie d'esodo ed almeno nei seguenti punti: ad ogni porta di uscita prevista per l'emergenza e su ogni uscita di sicurezza indicata; vicino ed immediatamente all'esterno dell'uscita che immette in un luogo sicuro; vicino (meno di 2 m in senso orizzontale) alle scale ed in modo che ogni rampa sia illuminata direttamente; in corrispondenza di ogni cambio di direzione; ad ogni intersezione di corridoi; in corrispondenza dei segnali di sicurezza; vicino (meno di 2 m in senso orizzontale) ad ogni punto di pronto soccorso (locale, cassetta di pronto soccorso, pacchetto di medicazione, punto di chiamata, ecc.)”;
- **livello di illuminamento delle vie d'esodo:** “la norma definisce valori minimi misurati al suolo (fino a 20 mm dal suolo) e calcolati senza considerare il contributo luminoso della luce riflessa, per: **vie d'esodo di larghezza fino a 2 m** (l'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea

centrale non dovrà essere minore di 1 lx; mentre nella fascia centrale di larghezza pari ad almeno la metà della via di esodo, l'illuminamento dovrà essere non meno del 50% di quello presente lungo la linea centrale); **vie d'esodo di larghezza superiore a 2 m** (devono essere considerate come un insieme di vie d'esodo di 2 m e per ciascuna di esse vanno adottati i valori minimi sopraindicati)";

Infine per quanto riguarda il locale tecnico contenente il gruppo di pressurizzazione antincendio dovrà essere previsto un sistema di illuminazione di sicurezza di 25 lux e con autonomia di 1h (punto 6.2.1 della norma UNI 11292).

Kit in emergenza certificati a corredo dei corpi illuminanti e segnaletica di sicurezza

Alla luce di quanto specificato nella norma presa a riferimento si è deciso in fase progettuale di prevedere nei corpi illuminanti da utilizzarsi per l'illuminazione ordinaria, appositi kit per uso in emergenza, equipaggiate con batterie NI-MH certificati con autonomia di almeno 1h, grado di protezione IP65 con sistema autoricaricabile e tempo di ricarica completo entro le 12 (24) ore.

In particolare l'impianto dovrà soddisfare l'illuminamento delle vie di esodo, delle uscite di sicurezza, delle dotazioni antincendio e della segnaletica di sicurezza.

Riguardo alla segnaletica di sicurezza occorrerà prestare attenzione al posizionamento secondo quanto di seguito riportato:

- la direzione della via di fuga dovrà essere opportunamente contrassegnata nel caso non sia immediatamente visibile o nel caso le persone non abbiano confidenza con la geometria dei luoghi (scale, cambi di direzione, scale ecc.);
- dovranno essere contrassegnate le uscite che non siano immediatamente identificabili come tali o che vengano usate solo in caso di emergenza;
- dovrà essere facilmente riconoscibile e posizionata in maniera tale che chiunque, da qualsiasi posizione nel locale, possa individuare almeno un pittogramma segnaletico;
- la segnaletica delle vie di fuga e delle uscite di emergenza dovrà essere installata in modo unitario all'interno di un unico edificio;
- la segnaletica per identificare le vie di fuga e le uscite di emergenza va collocate in posizione trasversale rispetto alla posizione da seguire.

Dovranno essere installati pittogrammi del tipo non illuminati per distanza di riconoscimento di 10 m e superficie del pittogramma di 0,05 m² (40x20 cm).

11 Sistema di Building Automation KNX-DALI

Premessa

Per l'impianto in oggetto si propone un sistema BMS (Building Managment System) con protocollo di comunicazione che si basa sullo standard di comunicazione aperto EIB KONNEX. Si avrà dunque un impianto ad intelligenza distribuita il cui BUS di comunicazione sarà costituito dal cavo KNX/EIB, cavo bipolare ritorto (avvolgimento elicoidale), schermato e con doppio isolamento (principale e funzionale) certificato KNX di tipo YCYM 1x2x0,8 mm combinato con il Protocollo DALI per la gestione dei corpi illuminanti dei vari campi. Questi sarà alimentato da una tensione SELV pari a 29 V dc. I vantaggi di tale protocollo saranno:

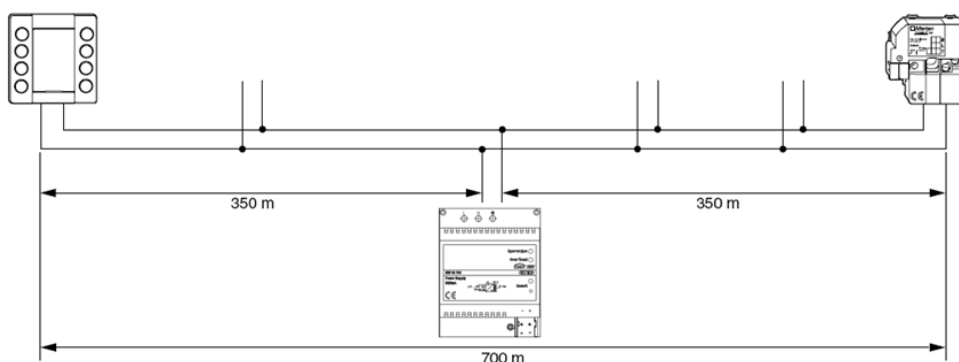
- Protocollo aperto, idoneo per applicazioni di HA & BA (scalabile)
- Migliaia di prodotti tra loro interoperabili
- Configurazione unificata (software ETS) per tutti i dispositivi
- L'unico che supporta diversi mezzi fisici in modo totalmente trasparente: Twisted Pair, Radio Frequency, PowerLine, IP (LAN, WAN, WiFi, 3G, ecc.)
- Gateway verso tutti gli ambienti: DALI, DMX, Bacnet, Modbus, sistemi proprietari, ecc.
- Investimento sicuro: tecnologia consolidata, orientata all'edificio, multivendor, interoperabile, scalabile

Quadro normativo

- **Decreto Interministeriale 26/06/2015** "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"
- **UNI EN 15232-1** "prestazione energetica degli edifici"
- **UNI EN 15193-1** "Requisiti energetici per l'illuminazione"
- **Guida CEI 205-14** "Guida alla progettazione, installazione e collaudo degli impianti HBES"
- **Guida CEI 205-18** "Guida all'impiego dei sistemi di automazione degli impianti tecnici negli edifici – Identificazione degli schemi funzionali e stima del contributo alla riduzione del fabbisogno energetico di un edificio"

Cenni ed accorgimenti sul bus di campo EIB KNX e DALI

La dorsale principale del sistema di building automation verrà realizzata con il Bus di campo EIB – KNX per il quale si rispetteranno le seguenti distanze installative per garantirne il corretto funzionamento:

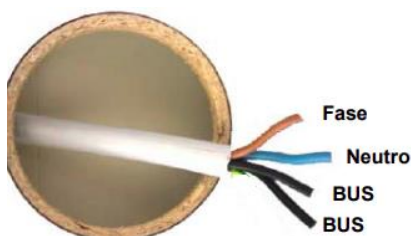


Inoltre il mezzo trasmissivo utilizzato sarà il cavo KNX di tipo YCYM 1x2x0,8 mm il quale sarà twistato e schermato con tensione di alimentazione SELV 29 V dc



Attraverso i gateway KNX /DALI si alimenteranno i Driver dei corpi illuminanti Led DALI secondo i seguenti criteri:

- Utilizzo di un unico cavo di potenza multipolare 4x1,5 mmq con la seguente caratteristica:



- Cablaggio in parallelo senza rispetto della polarità. ,,
- Max. 64 dispositivi DALI per ogni linea BUS.
- Max. lunghezza cavo: 300 m dalla centrale al dispositivo più distante. ,,
- Max. caduta di tensione ammessa sulla linea BUS: 2V

Funzioni del sistema bus KNX-DALI

Per ottimizzare il funzionamento degli impianti evitando al contempo sprechi energetici derivanti da un uso scorretto delle apparecchiature sarà realizzata una logica di regolazione tramite la tecnologia e sistema di building Automation KNX - DALI con le seguenti funzioni:

- **Illuminazione automatica per presenza persone e illuminamento dall'esterno (I.P.):**

All'interno delle zone, i corpi illuminanti passeranno da un valore di dimming dal 30% al 100 % per il settore di pertinenza del sensore/i KNX di presenza (e luminosità), i quali saranno dunque sensibili alla rilevazione del movimento, alla rilevazione del passaggio e/o presenza di persone in transito ed al grado di illuminazione esterno.

- **Pulsantiera di Comando Scenari**, grazie alla quale sarà possibile impostare scenari di luce richiamabili dalla stessa (ad esempio Scenario Tutto ON; Tutto OFF, Tutto al 50 %, ecc..)

Alimentatori

Collegati al bus forniranno l'alimentazione per tutti i dispositivi KNX collegati. Saranno autoprotetti (con bobina di disaccoppiamento integrata), alimentazione 230V – 50/60Hz. Dotati di pulsante per resettare tutti i dispositivi bus ad essi collegati.

Disponibili con diverse potenze: 640mA e 320mA.

Saranno installabili su guida DIN, dimensioni di ingombro 4 moduli.

La connessione al bus KNX sarà realizzata tramite morsetto bus ad innesto senza viti.

Sensori di presenza e di movimento da soffitto

Permetteranno di rilevare la presenza o il movimento di persone. I sensori di presenza saranno disponibili anche con la funzione di controllo costante di luminosità e per installazioni a grandi altezze (fino a 9m). I sensori saranno a montaggio a parete/soffitto.

La connessione al bus KNX sarà realizzata tramite morsetto bus ad innesto senza viti.

Gateway KNX/DALI 64/16 IP

Interfaccia in grado di controllare via bus KNX fino a 64 lampade (suddivise in 16 gruppi) gestite con protocollo DALI.

Il dispositivo sarà installabile su guida DIN, con dimensioni di ingombro di 4 moduli DIN.

La connessione al bus KNX sarà realizzata tramite morsetto bus ad innesto senza viti.

12 Cablaggio strutturato

Impianto telefonico

Per assicurare una buona comunicazione tra i vari locali e tra questi e l'esterno, è stata prevista l'installazione di un centralino digitale di tipo VOIP.

Tale centralino avrà le seguenti caratteristiche:

- Numero di interni gestibili pari al numero di prese telefoniche interne maggiorato del 15%.
- Interni gestibili: terminali VOIP con alimentazione POE;
- Centralino programmabile con display a cristalli liquidi;
- Posto operatore;
- Messa in attesa;
- Selezione passante;
- Deviazione delle chiamate su rete pubblica (numero interno o esterno al sistema);
- Documentazione dettagliata degli addebiti;
- Rinvio delle chiamate al posto operatore;
- Avviso di chiamata;
- Lista delle chiamate;
- Selezione classi di servizio:
- Solo comunicazioni interne;
- Comunicazioni esterne in arrivo;
- Selezione numeri permessi;
- Lista dei numeri vietati;
- Nessuna restrizione;
- Conferenza;
- Suoneria differenziata per chiamate interne, esterne;
- Trasferimento di chiamata;
- Possibilità di collegamento a Personal Computer con software addebiti.

Il centralino in oggetto avrà la possibilità di gestione di telefoni portatili con funzionamento identico alle postazioni fisse.

La postazione principale sarà dotata di display alfanumerico, tastiera alfanumerica, selezione diretta di 24 numeri interni/esterni (espandibili a 40), vivavoce, ascolto amplificato, possibilità di espansione con moduli per funzioni aggiuntive. I cavi a servizio dell'impianto telefonico saranno gli stessi di quelli utilizzati per le connessioni dati ma saranno posati in tubazioni separate da quelle degli impianti di potenza. I cavi saranno del tipo UTP Cat. 6e. I connettori telefonici in ogni caso saranno installati in apposite cassette portafrutto ad uso esclusivo dell'impianto telefonico/dati.

Rete dati

E' stata prevista una rete mista fibra rame di classe Gigabit (10Gbit per la fibra). In ogni locale, è stata prevista l'installazione di punti doppi ai quali connettere Personal Computer o periferiche di

rete ovvero dispositivi di telefonia di cui al paragrafo precedente. Tali prese, installate in opportune scatole portafrutto incassate a muro, sono del tipo per connettori RJ45 non schermati (UTP) Cat6.

L'armadio di centro stella, idoneo anche all'alloggio di server, sarà dotato di 2 switch in fibra di classe 10Gbit di tipo Managed Layer 3, ad esso saranno connessi gli armadi di piano che saranno dotati di switch 48 porte di tipo 10/100/1000 Mbit. Per ogni zona funzionale sono stati previsti armadi rack da 19" ventilati contenenti le apparecchiature di rete ai quali connettere le singole utenze. I link in fibra saranno doppi e con percorsi differenti e costituiti da fibra monomodale armata a 6 fibre. Tutti gli armadi saranno dotati di patch panel pari al numero di porte di cui sono dotati gli switch. I cavi impiegati per i collegamenti dovranno essere posati all'interno di canali metallici a controsoffitto e di tubazioni in materiale plastico sottotraccia e cassette di derivazione dedicate solamente agli impianti speciali.

Modalità di realizzazione del cablaggio strutturato

Riferimenti normativi

L'infrastruttura dovrà essere realizzata in conformità alle norme e gli standard alla base dell'impiantistica di reti per la trasmissione dati e telefonia, riportate di seguito:

Norma CEI 64-8

Standard EIA/TIA 568B

Standard EIA/TIA 569A

Standard EIA/TIA 606

CEI EN 50173

Compatibilità con standard, prodotti e protocolli

Il sistema di cablaggio monoprodotto dovrà essere aperto a soluzioni informatiche *multivendor* e *multiprotocol* e dovrà assicurare i più ampi requisiti di funzionalità, garanzia e flessibilità sia nei confronti delle tecnologie affermate che utilizzano due delle quattro coppie disponibili nei cavi, quali, ma non limitatamente:

IEEE 802.3 (Ethernet) nelle versioni:

10 Base T

100 Base T

1000 Base T

sia delle tecnologie emergenti che utilizzano tutte e quattro le coppie disponibili, quali:

ATM 622

Gigabit Ethernet.

Architettura del Sistema

Nella configurazione prevista il cablaggio strutturato è composto dai seguenti elementi fondamentali:

- Centro stella contenente apparecchiature per link in fibra verso i nodi di zona ed apparecchiature per le connessioni in rame verso le terminazioni limitrofe;
- nodi di piano o di zona: o per la fonia/dati, permutatori collegati agli switch di piano;
- cablaggio dorsale di edificio (*backbone*), realizzato con cavi a fibra ottica 10G, che collegano gli apparati centrali ai nodi di fabbricato;
- nodi di fabbricato composti da armadi che ospitano le apparecchiature attive necessarie per servire le varie porzioni di edificio;
- cablaggio orizzontale, che collega, con cavi a 4 coppie UTP cat. 6, le prese d'utente con gli armadi di centro stella; o prese d'utente con connettori (*jack*) RJ45 cat. 6, cui vanno collegati i terminali informatici e di telecomunicazione (P.C., stampanti, apparecchi telefonici, fax, ecc.);

Nodi

Ogni nodo sarà costituito da armadi rack standard 19" per la permutazione delle linee provenienti dagli utenti, suddivisi per fonia e dati. L'ubicazione dei nodi sarà il più possibile baricentrica rispetto all'area o alla porzione di edificio servita, in relazione alla lunghezza massima ammessa del collegamento verso gli utenti (*permanent link*), fissata in 90 metri.

Nel rispetto della distanza precedentemente indicata, sarà installato un nodo per ogni livello.

Cablaggio orizzontale

Il cablaggio orizzontale è costituito dalle vie cavi e dai cavi che realizzano il collegamento tra gli armadi di centro stella e le prese d'utente, escluse le bretelle di permutazione.

Il *permanent link* è il tratto di conduttore che collega le uscite del *patch panel* degli armadi alle prese d'utente. La sua lunghezza non deve superare i 90 metri.

I cavi da utilizzare saranno di tipo UTP 4 coppie cat. 6.

Postazioni di lavoro (prese utente)

Prese utente

Le prese utente saranno costituite da connettori RJ45 di Cat. 6 montati su placche in resina con possibilità di inserimento ed estrazione dal fronte della placca.

Le prese utente dedicate alla fonia/dati saranno installate nell'ambito delle torrette o delle prese a muro relative alle postazioni di lavoro o all'utenza, su torrette dedicate o su scatole da incasso o esterne a parete. Nelle torrette e nelle scatole da incasso saranno utilizzate placche o adattatori compatibili con la linea di prodotto prevista per l'impianto elettrico.

In ogni caso dovrà essere garantita la separazione dei componenti costituenti il cablaggio strutturato (cavi e connettori) rispetto ai componenti relativi alla parte di distribuzione elettrica.

Composizione delle prese dei posti utente

I connettori RJ45 dovranno essere installati secondo le seguenti tipologie tenendo inoltre presente che, per facilitare l'identificazione da parte degli utenti, le prese dati dovranno essere preferibilmente di colore diverso dalle prese telefonia e dovranno essere dotate di apposito sportellino antipolvere con icona indicante il servizio (Telefono o Dati):

13 Particolarità sulle verifiche dell'impianto

Verifiche iniziali

L'esecutore dell'impianto elettrico e di messa a terra dovrà effettuare sullo stesso, al termine dei lavori e prima della messa in servizio, le seguenti verifiche, peraltro indicate anche nella Norma CEI 64-8:

- esame a vista;
- prove di funzionamento;
- continuità dei conduttori di protezione;
- resistenza di isolamento dell'impianto;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica dell'esecuzione dell'equalizzazione del potenziale (con misura della resistenza dei conduttori relativi);
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e misura dell'impedenza dell'anello di guasto.

L'esecutore dell'impianto è obbligato a presentare documentazione scritta sul risultato delle verifiche di cui sopra, completa dei relativi protocolli delle misure effettuate.

14 Ulteriori precisazioni

Tutti i materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni, impianti elettrici od elettronici, dovranno essere realizzati e costruiti secondo le norme emanate dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e successive modifiche ed integrazioni vigenti all'atto dell'esecuzione dei lavori. Tutti i materiali da installare dovranno corrispondere infatti alle relative norme CEI ed alle tabelle d'unificazione CEI-UNEL conformemente alle disposizioni contenute nella circolare n.85 dell'8 novembre 1966 «Vigilanza in materia di prevenzione presso i costruttori e commercianti di materiali elettrici» del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale.

Tutti gli impianti dovranno essere eseguiti in conformità alle particolari prescrizioni delle autorità ed enti distributori, le sezioni dei conduttori, le apparecchiature ed i sistemi di protezione generale e particolare degli impianti dovranno essere quelle prescritte nelle citate norme. I materiali da impiegare nell'esecuzione degli impianti elettrici e d'illuminazione, dovranno essere di ottima qualità e solidità ed inoltre tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive e termiche, marchiate CE e, alcune, certificate dall'I.M.Q. Corre l'obbligo di segnalare che, essendo l'impianto alimentato con una potenza superiore a 15 kW, sarebbe opportuno valutare e se il caso prevedere un impianto di rifasamento (non oggetto del presente incarico). Con riferimento alla possibile presenza di personale dipendente, si ricorda l'obbligo del datore di lavoro di inviare entro 30 giorni dalla messa in servizio degli impianti la dichiarazione di conformità dell'impianto di terra al Dipartimento INAIL (ex ISPLES) ed all'ASP competenti per territorio (DPR 462/01).

15 Elenco allegati

Risultano allegati alla presente relazione tecnica, facenti parte integrante della documentazione di progetto, i seguenti elaborati:

- ALLEGATO - Calcoli e verifiche impianto elettrico
- ALLEGATO - Schemi elettrici unifilari
- ALLEGATO - Calcoli illuminotecnici: illuminazione ordinarie e illuminazione di sicurezza
- ALLEGATO - Elaborati grafici

16 Conclusioni

Qualora, si dovesse rendere necessario modificare gli impianti o le strutture, o in generale le “condizioni di sicurezza” citate nella presente relazione, si dovrà procedere con una nuova

progettazione ed affidare i lavori a ditta abilitata ai sensi del DM 37/08 la quale a fine lavori dovrà rilasciare apposita dichiarazione di conformità alla regola dell'arte.

17 Firme

Palermo ____/____/____

Il Tecnico
