

Comune di Roma

Progetto esecutivo ai sensi del Dlgs. 50/2016, per i lavori di realizzazione di un edificio da destinare ad aule presso l'area ex Alfa Romeo

Università degli Studi Roma Tre

Variante al provvedimento autorizzativo prot. n. 42176 del 30 Ottobre 2009 rilasciato dal Provveditorato Interregionale alle OO. PP. per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna - (Art.2 del DPR 383 del 18/04/94)



Università degli Studi Roma Tre

rettore: prof. Luca Pietromarchi  
direttore generale: dott. Pasquale Basilicata

responsabile del procedimento:  
arch. Aldo Perrotta

## PROGETTO ELETTRICO ESECUTIVO



### Gruppo di progettazione

ing. Mauro Miglioli - *Progettista e coordinatore generale del progetto*

### Progetto architettonico

arch. Francesco Maria Mancini

ing. Salvatore Santoli

### Progetto degli impianti

prof. arch. Francesco Bianchi

ing. Francesco Cocco

### Progetto delle strutture, geotecnica e sicurezza

FUTURA Technologies s.r.l. - ing. Raffaele Graziano

### Geologia

dott. geol. Marco Gizzi

### Computi

arch. Maria Iacovone

### Il progettista



### Il committente

Università degli Studi Roma Tre

Data: Marzo 2012

Revisione : Giugno 2018

TAVOLA

**PE REL01**

Relazione impianto elettrico

Opere relative a:	<b>nuova costruzione</b>
Località :	<b>ROMA</b>
	<b>Viale Marconi</b>
Tipo di edificio :	<b>Aule UNIROMA3</b>
Categoria :	<b>E.7</b>
Committente :	<b>UNIVERSITA' Roma3</b>
Progettisti :	<b>F. Bianchi e F. Cocco</b>

## **IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI AULE UNIVERSITARIE**

**UNIROMA3  
ROMA**

# **1 RELAZIONE TECNICA**

## **1.1 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI**

### **Requisiti di rispondenza a Norme, Leggi e Regolamenti**

Gli impianti, i materiali, i macchinari e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla legge n°186 del 1/3/68 ed in conformità alla legge 37/08 ed al D.P.R. n°447 del 6/12/91.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti, devono essere conformi alle leggi ed ai regolamenti vigenti alla data di presentazione del progetto/offerta/capitolato d'appalto ed in particolare devono ottemperare:

- alle Norme CEI;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali;
- alle prescrizioni ed alle indicazioni dell'ENEL o dell'azienda distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;
- alle prescrizioni ed indicazioni della TELECOM o dell'ente che effettua il servizio telefonico;
- alle seguenti disposizioni legislative e/o direttive europee:
- legge 791/77 (attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione);
- decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626 e decreto legislativo 31 luglio 1977 n°277 (rispettivamente: attuazione e modifica della direttiva 93/68 CEE - Marcatura CE del materiale elettrico);
- decreto legislativo 12 novembre 1996 n°615 (attuazione della direttiva europea 89/536 CEE - Compatibilità elettromagnetica);
- circolare del Ministero dell'interno del 3 luglio 1967 n°75 (e successive integrazioni e modificazioni) "Criteri di prevenzione incendi per grandi magazzini empori...";
- lettera - Circolare del Ministero dell'interno del 13 febbraio 1975 n°5210/4118/4 sulla classificazione "...Grandi magazzini...Supermercati alimentari...Ipmercati e centri commerciali...ecc.";

- lettera - Circolare del Ministero dell'interno del 25 giugno 1975 n°13748/4147 sulla competenza dei locali Comandi VVFF per le attività relative a "...Depositi e grandi magazzini...";
- DM del 18 settembre 1975 "Norma di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in esercizio pubblico";
- DM del 16 febbraio 1982 "...attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco...";
- DM del 6 luglio 1983 "...Norme sul comportamento al fuoco delle strutture...";
- DM dell'8 marzo 1985, allegato A art. 8, "Nulla osta provvisorio...illuminazione di sicurezza...";
- Legge del 9 gennaio 1989 n°13 "...Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati...";
- DM del 23 maggio 1992 n°314 "...Regolamento recante disposizioni di attuazione della legge 28 maggio 1991 n°109, in materia di allacciamenti e collaudi degli impianti telefonici interni...";
- DM del 15 ottobre 1993 n°519 "...Regolamento recante autorizzazione dell'Istituto superiore di prevenzione e sicurezza del lavoro a esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione delle scariche atmosferiche...";
- DL del 19 settembre 1994 n°626 + DL del 18 marzo 1996 n°242 "e successivo Decreto Unico n.81 ..attuazione delle direttive 89/391/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza dei lavoratori sul luogo di lavoro...";
- decreto legislativo del 14 agosto 1996 n°496 "Segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro".

Per quanto concerne le Norme CEI vengono riportate quelle di maggior pertinenza relativamente agli ambienti considerati.

### **Applicazione delle norme e testi di carattere generale**

- CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-3: legge 46/90 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati.

### **Impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione pubblica a bassa tensione**

- CEI 11-1: impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

- CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-37: guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria.

### **Radiocomunicazioni**

- CEI 100-7: guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti d'antenna per ricezione radiofonica e televisiva.

### **Grossa apparecchiatura**

- CEI 17-13/1: apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI 17-13/2: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) - Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- CEI 17-13/3: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI 17-13/4: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).

### **Cavi per energia**

- CEI 20-40: guida per l'uso di cavi a bassa tensione.

### **Locali accumulatori**

- CEI 21-6/3: batterie di accumulatori stazionari al piombo - Parte 3: Raccomandazioni per l'installazione e l'esercizio;
- CEI 21-20: guida per l'esercizio e la sicurezza di batterie di accumulatori al piombo per veicolo elettrici.

## **Apparecchiature di bassa tensione**

- CEI 23-51: prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

## **Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione**

- CEI 31-30: costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas  
Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI 31-33: costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas  
Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere):
- CEI 31-52: costruzioni per atmosfere esplosive per la presenza di polvere combustibile  
Parte 3: Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri.

## **Lampade e relative apparecchiature**

- CEI 34-21: apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- CEI 34-22: apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza.

## **Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione**

- CEI 64-7: impianti elettrici di illuminazione pubblica;
- CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente alternata;
- CEI 64-11: impianti elettrici nei mobili;
- CEI 64-12: guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 64-14: guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI 64-50: edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici;
- Guide CEI 64-51, 64-52, 64-53, 64-54, 64-55, 64-56 con raccomandazioni aggiuntive in relazione alla tipologia di destinazione d'uso dei locali.

## **Involucri di protezione**

- CEI 70-1: gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

## **Elettronica di potenza**

- CEI 22-26: sistemi statici di continuità (UPS) - Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree accessibili all'operatore.

## **Sistemi di rilevamento e segnalazione per incendio, intrusione, furto, sabotaggio ed aggressione**

- CEI 79-3: impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;
- CEI 79-4: impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi;
- CEI 79-10: impianti di allarme - Impianti di sorveglianza cctv da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza.

## **Protezione contro i fulmini**

- CEI 81-10/1 Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-10/2 Protezione delle strutture contro i fulmini - Valutazione del rischio dovuto al fulmine.

Qualora sia previsto un Sistema di Automazione per Edifici l'impianto deve essere conforme anche alle seguenti Norme CEI:

- CEI 83-2: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Parte 2-1: Panoramica del sistema – Architettura
- CEI 83-3: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Parte 3-1: Aspetti applicativi – Introduzione alla struttura applicativa
- CEI 83-4: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Parte 3-2: Aspetti dell'applicazione – Processo utente
- CEI 83-5: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Parte 2-2: Panoramica generale – requisiti tecnici generali
- CEI 83-6: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Rapporto Tecnico 2:

Indicazioni per l'installazione professionale di cavi elettrici a coppia ritorta (TP) di classe 1.

- CEI 83-7: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Rapporto Tecnico 12: Linee guida relative alle prescrizioni per la sicurezza funzionale dei prodotti previsti per l'integrazione in un sistema di controllo domestico.
- CEI 83-8: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Rapporto Tecnico 5: requisiti applicativi e richieste di mercato per sistemi a raggi infrarossi nell'ambito di HBES
- CEI 83-9: Sistemi di comunicazione sulla rete BT – Protocollo, Integrità dati, Interfacce
- CEI 83-10: sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Parte 8: Valutazione di conformità dei prodotti.
- CEI 83-11: I sistemi BUS negli edifici pregevoli per rilevanza storica e artistica.

### **1.3 POTENZA DI ALIMENTAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO**

La potenza elettrica necessaria per alimentare correttamente le utenze elettriche previste in una struttura scolastica dipende dalle attività svolte all'interno della struttura (tipo di scuola), dalla grandezza della stessa, nonché dal numero medio degli occupanti (alunni, insegnanti, personale non docente). In assenza di precise indicazioni, la Guida CEI 64-52 indica due possibili procedure:

determinazione del carico convenzionale mediante il prodotto della potenza nominale per i fattori di utilizzazione e di contemporaneità.



Determinata la somma delle potenze nominali si moltiplica per un coefficiente di contemporaneità .

Disponendo delle caratteristiche dei carichi, della loro ubicazione e dei cicli di funzionamento si possono tracciare i diagrammi di carico e quindi ricavare il valore della potenza effettiva..

Il progetto in oggetto consiste nella costruzione di un fabbricato ad uso aule universitarie.

A tale scopo l'impianto elettrico avrà origine dal quadro generale posizionato nella cabina di utente ubicata all'esterno e individuata dalle planimetrie di progetto.

Sarà installato in tale quadro un interruttore magnetotermico quadripolare da 250 A e potere di interruzione adeguato alla corrente di corto circuito nel punto di installazione.

Attraverso cavo posato interrato in apposito cavidotto interrato attraverso opportuni pozzetti ispezionabili, si raggiungerà il quadro generale del fabbricato in oggetto che sarà ubicato nella portineria.

Sarà realizzato impianto di terra mediante corda nuda di rame da 35 mmq posata attraverso pozzetti di ispezione.

Dal quadro generale avranno origine le linee di distribuzione posate sotto pavimento in cavo FG16OM16 che andranno ad alimentare i quadri posizionati :uno per ogni aula,il quadro servizi e parti comuni e scale,il quadro CDZ ed il quadro ascensore.

Dal quadro generale si alimenterà anche la centrale antincendio.E' prevista una linea di alimentazione per il fotovoltaico.

I quadri delle aule alimenteranno le luci,le prese ed le altre utenze esistenti.

Il quadro CDZ alimenterà i motori di pompe,ventilatori,pompa di calore,dispositivi UTA e batteria di condensatori di rifasamento.

Sarà implementato un sistema intelligente (BUS) che permetterà di ottimizzare i consumi energetici,di poter creare degli scenari predeterminati e di semplificare e migliorare la sicurezza elettrica.

Il sistema previsto non dovrà essere di tipo proprietario ma di tecnologia Konnex.

## **1.4 ALIMENTAZIONE ORDINARIA**

L'alimentazione ordinaria serve per alimentare gli utilizzatori ordinari, cioè quelli che consentono il normale funzionamento di tutti i servizi e la cui interruzione non comporta situazioni di pericolo per gli occupanti l'edificio scolastico.

In l'impianto elettrico sarà suddiviso in più circuiti allo scopo di:

- evitare pericoli e ridurre gli inconvenienti in caso di guasto;
- facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza;
- tenere conto dei pericoli che potrebbero derivare da un guasto di un singolo circuito, come, per esempio, un circuito di illuminazione.

## **1.5 ALIMENTAZIONE DI SICUREZZA**

Le strutture scolastiche devono essere dotate di un'alimentazione di sicurezza proveniente da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria (DM 26/08/92).

Per alimentazione dei servizi di sicurezza, o più brevemente, alimentazione di sicurezza, si intende l'alimentazione che ha lo scopo di garantire i servizi necessari alla sicurezza delle persone in caso di mancanza dell'alimentazione ordinaria.

Obbligatoriamente dall'alimentazione di sicurezza devono essere derivate almeno le seguenti utilizzazioni:

- illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lx su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano di calpestio;
- impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme.

I circuiti di sicurezza devono potersi inserire anche con comando manuale posto in posizione conosciuta dal personale.

Nei casi in cui si intende sopperire alla mancanza dell'alimentazione ordinaria per motivi diversi dalla sicurezza delle persone, l'alimentazione prende il nome di alimentazione di riserva.

Negli edifici scolastici i circuiti di sicurezza devono potersi inserire anche con comando a mano posto in posizione nota e facilmente accessibile dal personale.

L'autonomia della sorgente di sicurezza non sarà inferiore ai 30 minuti.

Per i circuiti di sicurezza sono ammesse le seguenti sorgenti:

- batterie di accumulatori con dispositivo di carica che deve essere di tipo automatico e tale da consentire la ricarica, per l'autonomia richiesta, entro 12 h;
- altri generatori indipendenti dall'alimentazione ordinaria;
- linea di alimentazione che risulti effettivamente indipendente da quella ordinaria.

Ulteriori prescrizioni per l'alimentazione di sicurezza:

per l'illuminazione di sicurezza è previsto l'impiego di singole lampade o gruppi di lampade con alimentazione autonoma;

la sorgente di sicurezza deve essere ubicata in un luogo apposito di costruzione antincendio e sottratto, per quanto possibile, all'azione immediata di un eventuale incendio, con aerazione naturale verso l'esterno;

il luogo deve essere accessibile solo a persone addestrate.

## **1.6 ALIMENTAZIONE DI RISERVA**

L'alimentazione di riserva è volta a garantire, in assenza dell'alimentazione principale, l'alimentazione di apparecchi o di impianti per motivi diversi dalla sicurezza delle persone.

Fermo restando l'obbligo del Committente di indicare le utenze da allacciare all'alimentazione di riserva, vengono nel seguito indicate alcune tipiche utenze preferenziali:

- ascensore;
- centralino telefonico;
- elettropompe della rete antincendio (quando previste);

Valgono per le sorgenti di riserva le prescrizioni e le informazioni fornite per le sorgenti di sicurezza.

Per quanto riguarda i circuiti, le canalizzazioni ed i dispositivi di comando e protezione non si applicano, per i circuiti di riserva, particolari prescrizioni; valgono pertanto le regole generali fornite dalla Norma CEI 64-8.

## **1.7 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI**

Valgono le prescrizioni contenute nel capitolo 41 della Norma CEI 64-8. In particolare la protezione contro i contatti indiretti può avvenire con l'adozione di sistemi di protezione di tipo attivo (messa a terra + protezione differenziale) o di tipo passivo (bassissima tensione, doppio isolamento, luoghi non conduttori, locali isolanti, separazione elettrica), mentre la protezione contro i contatti diretti si realizza con l'isolamento delle parti attive e/o l'adozione di involucri e barriere.

## 1.8 L'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è finalizzato al collegamento alla stessa terra di tutte le parti metalliche conduttrici e accessibili dell'impianto elettrico (collegamento o messa a terra di protezione).

La messa a terra di protezione, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, quale ad esempio il relè differenziale, realizza il metodo di "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione" che è il metodo correntemente utilizzato contro i contatti indiretti.

Scopo dell'impianto di terra, negli impianti utilizzatori alimentati da sistemi di I categoria, è di convogliare verso terra la corrente di guasto, provocando l'intervento del dispositivo di protezione che provvede all'automatica interruzione della corrente di guasto, evitando il permanere di tensioni pericolose sulle masse.

Nei sistemi di II categoria, nei quali la cabina di trasformazione è di proprietà dell'utente, il conduttore di protezione viene solitamente collegato al centro stella del secondario del trasformatore. In tal caso, in presenza di un guasto su una massa del circuito di bassa tensione, la corrente si chiude attraverso il conduttore di protezione, senza interessare il dispersore che viene dimensionato in funzione di guasti che si verifichino sul circuito di alimentazione di media tensione.

Gli elementi costitutivi l'impianto di terra sono:

- dispersore

Corpo conduttore o gruppi di corpi conduttori in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra.

Il dispersore può essere:

- intenzionale, quando è installato unicamente per scopi inerenti alla messa a terra di impianti elettrici;
- di fatto, quando è installato per scopi non inerenti alla messa a terra di impianti (armature di fondazioni, ecc.).

I dispersori possono essere costituiti dai seguenti componenti metallici:

- tondi, profilati, tubi;
- nastri, corde metalliche;
- conduttori facenti parte dello scavo di fondazione;

- ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno;
- tubazioni metalliche dell'acqua, solo con il consenso dell'esercente dell'acquedotto;
- altre strutture metalliche per liquidi o gas infiammabili.
- collettore (o nodo) principale di terra

Elemento previsto per il collegamento al dispersore dei conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali e di terra, nonché i conduttori per la terra funzionale se esistente.

- conduttori equipotenziali

Realizzano il collegamento equipotenziale, ossia il collegamento elettrico che mette diverse masse e masse estranee allo stesso potenziale. Tale collegamento evita la presenza di tensioni pericolose tra masse che sono accessibili simultaneamente. Il collegamento equipotenziale che costituisce un principio fondamentale di sicurezza contro i contatti indiretti, viene attuato mediante:

- conduttore equipotenziale principale: collega direttamente tutte le masse al collettore principale di terra;
- conduttore equipotenziale supplementare: ripete localmente il collegamento equipotenziale principale e deve comprendere tutte le masse dei componenti elettrici simultaneamente accessibili e le masse estranee, collegandole al conduttore di protezione.
- conduttore di protezione

Conduttore prescritto come misura di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti:

- masse;
- masse estranee;
- punto di terra della sorgente di alimentazione o neutro artificiale al collettore principale di terra.
- conduttore di neutro

Conduttore collegato al punto di neutro del sistema ed in grado di contribuire alla trasmissione dell'energia elettrica.

- massa

Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto (cedimento dell'isolamento principale interposto tra le parti attive e le masse).

- parti conduttrici in contatto con una massa;
  - parti conduttrici, situate all'interno di un apparecchio, non in tensione in servizio ordinario ma che possono andare in tensione e accessibili solo dopo aver rimosso, in genere con l'uso di un attrezzo, un involucro saldamente fissato.
- .
- parte attiva
- Conduttore o parte conduttrice in tensione in servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro ma escluso il conduttore PEN.
- conduttore PEN
- Conduttore che svolge contemporaneamente le funzioni di conduttore di protezione (PE) e di neutro (N).
- .

## 1.9 CRITERI REALIZZATIVI DELL'IMPIANTO DI TERRA

Per progettare e realizzare correttamente l'impianto di terra valgono i criteri generali nel seguito esposti:

- determinazione della resistenza di terra

Il valore della resistenza di terra può essere ricavato seguendo le indicazioni riportate al capitolo 2 della Guida CEI 64-12 (Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario) che, in funzione del sistema di distribuzione TT o TN, sintetizza il processo di determinazione del valore della resistenza di terra in due schemi a blocchi di facile consultazione.

- scelta del dispersore

La scelta del dispersore, deve essere effettuata sulla base di considerazioni tecniche, economiche ed ambientali.

Valutazioni tecniche inducono a realizzare un sistema che possa raggiungere il valore di resistenza calcolato ed una buona equipotenzialità. L'utilizzo di dispersori di fatto facilita il raggiungimento di tali obiettivi.

L'aspetto economico induce ad evitare inutili sprechi di materiale. In particolare nei sistemi TT l'utilizzo degli elementi di fatto può spesso da solo garantire il raggiungimento di accettabili valori della resistenza di terra. In questi sistemi, in ogni caso, anche con l'uso di elementi verticali (dispersori a picchetto) si può ottenere un valore di resistenza soddisfacente.

Esistono infine situazioni in cui le caratteristiche morfologiche del terreno (ad esempio la presenza di rocce) o ambientali (terreni con elevata resistività) rendono necessario l'uso di maglie, di elementi orizzontali o trivellazioni per elementi verticali profondi.

- dimensionamento dei conduttori di terra e di protezione

Il conduttore di terra deve essere in grado, anche in funzione delle condizioni di posa di:

- portare al dispersore la corrente di guasto;
- resistere alla corrosione;
- resistere ad eventuali sforzi meccanici.

## **1.10 PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO ED IL CORTO CIRCUITO**

I conduttori attivi di un circuito elettrico devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione quando si produce sovracorrente (sovraccarico o corto circuito).

La protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti può essere assicurata sia in modo separato, con dispositivi distinti, sia in modo unico con dispositivi che assicurano entrambe le protezioni. In ogni caso essi devono essere tra loro coordinati.

Per assicurare la protezione il dispositivo deve:

- interrompere sia la corrente di sovraccarico sia quella di corto circuito, interrompendo, nel secondo caso, tutte le correnti di corto circuito che si presentano in un punto qualsiasi del circuito, prima che esse provochino nel conduttore un riscaldamento tale da danneggiare l'isolamento;
- essere installato in generale all'origine di ogni circuito e di tutte le derivazioni aventi portate differenti (diverse sezioni dei conduttori, diverse condizioni di posa e ambientali, nonché un diverso tipo di isolamento del conduttore).

Per quanto concerne il sovraccarico:

- il dispositivo può essere installato lungo il percorso della condotta invece che all'origine purché questa non attraversi luoghi con pericolo di incendio ed esplosione, né vi siano su di essa derivazioni né prese a spina poste a monte del dispositivo di protezione stesso;

Per quanto concerne la protezione contro il corto circuito, il dispositivo di protezione:

- può essere installato lungo la conduttura ad una distanza dall'origine non superiore a 3 m, purché questo tratto sia rinforzato in modo da ridurre al minimo il rischio di corto circuito;
- non deve essere posto vicino a materiale combustibile o in luoghi con pericolo di esplosione.

Inoltre per assicurare la protezione deve soddisfare le due seguenti condizioni:

- avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto in cui è installato.

E' ammesso tuttavia (Norma CEI 64-8, art. 434.3.1) l'impiego di un dispositivo di protezione con un potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo che abbia il necessario potere di interruzione (protezione di sostegno). In questo caso l'energia specifica ( $I^2 t$ ) lasciata passare dal dispositivo a monte non deve superare quella che può essere ammessa senza danni dal dispositivo o dalle condutture situate a valle;

- 115 per conduttori in Cu isolati con PVC;
- 135 per conduttori in Cu isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;

.

Qualora sia previsto un sistema di Automazione dell'Edificio il dispositivo di protezione da sovracorrenti e differenziale dovrà essere in grado di comunicare attraverso il sistema di gestione con la postazione centrale segnalando in modo differenziato le aperture da intervento magnetotermico/differenziale dalle manovre manuali.

## 1.11 SISTEMA DI AUTOMAZIONE DEGLI EDIFICI

Il sistema di automazione dovrà gestire le risorse dell'edificio aumentando il livello di benessere e di sicurezza e consentendo contemporaneamente di realizzare significative economie di esercizio.

L'ottimizzazione nella gestione dell'edificio si otterrà per mezzo dei seguenti punti:

- minor consumo energetico ottimizzando l'utilizzo delle utenze (illuminazione, climatizzazione, ecc.);
- miglior utilizzo degli impianti attraverso una "messa a punto" degli stessi senza interventi significativi del cablaggio;
- migliore gestione della manutenzione attraverso la possibilità del sistema di avvisare il personale addetto in caso di malfunzionamento degli impianti;
- migliore controllo degli altri sistemi di allarme (antincendio, antintrusione, ecc.) mediante una centralizzazione delle segnalazioni.



Gli impianti elettrici potranno essere comandati e controllati anche da una postazione centrale la quale riceverà tutte le segnalazioni di stato, le misure elettriche e non, che saranno rilevate attraverso il sistema di gestione.

## CARATTERISTICHE – ARCHITETTURA DEI SISTEMI

Tutti i componenti del sistema di automazione dovranno essere in grado di comunicare tra loro attraverso un protocollo di comunicazione rispondente agli standard europei (EN 50090 per HBES) o con l'ausilio di interfacce adeguate

Potranno essere utilizzati differenti supporti per la trasmissione dei segnali, come (cavi dedicati, onde convogliate, radio frequenza, ecc.). In caso di utilizzo del cavo dedicato questo dovrà essere preferibilmente costituito da due conduttori, al fine di facilitare l'installazione anche da parte di personale non particolarmente addestrato.

Il sistema dovrà consentire una agevole installazione senza particolari vincoli sulla geometria del cablaggio (stella, albero, sequenziale o con tipologia mista) in modo da non richiedere progettazioni specifiche per la linea bus.

In caso di utilizzo di un cavo dedicato alla trasmissione dei segnali le caratteristiche di isolamento dello stesso ed i segnali utilizzati per la comunicazione dovranno essere tali da consentire la posa del cavo stesso nelle medesime canalizzazioni dei cavi di potenza fino a 230/400 Vca di tensione nominale. Non dovranno essere quindi richieste canalizzazioni dedicate.

Al fine di garantire al massimo la continuità di servizio evitando che un difetto di un componente possa causare malfunzionamenti su tutto il sistema dovranno essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- ogni componente il sistema dovrà avere una intelligenza propria;
  - il suo funzionamento dipenderà esclusivamente dalle informazioni contenute nella sua memoria interna non volatile;
  - un suo eventuali malfunzionamento non dovrà minimamente influire sul funzionamento degli altri componenti;
  - il suo consumo dovrà essere particolarmente contenuto rendendo possibile la sua alimentazione anche attraverso UPS di bassa potenza;
- deve essere previsto un sistema per evitare la perdita di memoria dello stato degli impianti in caso di interruzioni brevi dell'alimentazione principale ( es. batterie in tampone, moduli di memoria, ecc)
- ad esclusione dei sistemi per il monitoraggio e la sicurezza il tipo di comunicazione dovrà essere del tipo "ad eventi".

Tutti i componenti modulari del sistema di automazione dell'edificio saranno installati nei quadri (generale e di zona) preferibilmente nella parte bassa dei quadri per rispettare l'intervallo di funzionamento tipico dell'elettronica civile ( -5°C a +

## 1.12 REQUISITI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione all'interno della scuola dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- UNI EN 12464-1: "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni";
- UNI 10840: "Luce e illuminazione - Locali scolastici - Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale".

La norma UNI 10840 è basata sulla Norma UNI 10380 e varianti, abrogata e sostituita dalla UNI EN 12464-1: in attesa di una revisione di detta norma, nei casi di contrasto, saranno utilizzate le prescrizioni dettate dalla più aggiornata UNI 12464-1.

Ulteriori parametri per la definizione dei requisiti dell'impianto di illuminazione possono essere dedotti dalla Guida CEI 64-52.

### Generalità

L'impianto di illuminazione dovrà essere in grado assicurare le condizioni di illuminamento, descritte nel seguito, in ogni condizione di cielo e in ogni punto dei piani di utilizzazione considerati, realizzando inoltre un'integrazione tra l'illuminazione naturale e quella artificiale. A tale scopo, durante le ore diurne, un maggior utilizzo della luce naturale, consentirà sia di migliorare le condizioni di benessere psicofisico degli alunni, sia di ottenere un risparmio energetico.

L'impianto dovrà garantire inoltre il rispetto delle esigenze derivanti dalla protezione dall'irraggiamento solare; in particolare, il fattore medio di luce diurna ottenuto, definito come il rapporto tra illuminamento medio ambiente chiuso e illuminamento che si avrebbe, nelle identiche condizioni di tempo e di luogo, su una superficie orizzontale esposta all'aperto in modo da ricevere luce solo dalla intera volta celeste, senza irraggiamento diretto del sole, dovrà essere pari a:

- 0,03 per le aule di lezione, studio, lettura, laboratori, disegno, ecc.;
- 0,02 per le palestre e i refettori;
- 0,01 per gli spazi per scale, servizi igienici, ecc.

Il raggiungimento delle condizioni sopra indicate potrà essere ottenuto utilizzando per l'illuminazione artificiale delle aule, lampade fluorescenti lineari ad alta frequenza con alimentatore regolabile (dimmer), collegato a cellule fotoelettriche,

opportunamente allocate nelle aule stesse e tarate per illuminamento medio prefissato.

La regolazione automatica del flusso luminoso emesso dalle lampade comporterà il vantaggio di ottenere valori illuminamento analoghi sia nelle zone delle aule più vicine alle finestre sia in quelle più lontane, raggiungendo una migliore uniformità.

Qualora non si adottino lampade ed alimentatori di tipo regolabile, sarà comunque opportuno inserire i corpi illuminanti appartenenti alle file più lontane dalle finestre su un circuito separato in modo da poterne gestire l'accensione separatamente.

### **Illuminazione ordinaria**

Nella tabella seguente sono riportati i valori limite delle principali grandezze illuminotecniche per i diversi ambienti della scuola.

La norma UNI EN 12464-1 definisce inoltre i valori minimi dell'illuminamento mantenuto nelle aree immediatamente circostanti (entro 0,5 m) a quelle di lavoro, in relazione al livello di illuminamento richiesto per queste ultime.

### **Illuminazione di emergenza**

Nelle scuole con più di 100 persone dovrà essere previsto un impianto di illuminazione di sicurezza, che garantisca un illuminamento minimo pari a 5 lx lungo le vie d'esodo e nei luoghi sicuri. L'autonomia dovrà essere almeno pari a 30 minuti.

Nelle aule sarà sufficiente un segnale di uscita di sicurezza retroilluminato ubicato sopra la porta.

L'illuminazione di sicurezza potrà essere realizzata tramite sistemi centralizzati e, nelle scuole di maggiori dimensioni, sarà suddiviso in zone.

Per le aule magne, le palestre, gli auditorium con accesso di pubblico, dovranno essere applicate le richieste della norma CEI 64/8 parte 7, relativa ai locali di pubblico spettacolo.

## **1.13 AULE**

Gli impianti elettrici delle aule scolastiche, dovrebbero essere alimentati, di norma, da un quadro di zona o di piano.

Ciascuna aula deve contenere una adeguata dotazione di apparecchiature elettriche; un esempio di dotazione standard è offerto dalla Fig. 4 della Guida CEI 64-52 che prevede:

- corpi illuminanti;
- interruttore unipolare;
- due prese bipasso ( $10 \div 16$  A);
- presa TD (trasmissione dati);
- altoparlante;
- pulsante;
- apparecchi di illuminazione di sicurezza autonomo.

Per quanto riguarda la scelta e la disposizione dei corpi illuminanti, il requisito principale cui deve rispondere è il corretto controllo del flusso luminoso emesso, allo scopo di conseguire:

- una razionale direzionalità della luce;
- una protezione dall'abbagliamento diretto.

Generalmente la prestazione fotometrica desiderata si realizza mediante l'utilizzazione di riflettori e rifrattori.

Gli apparecchi di illuminazione devono essere scelti e posizionati in modo da ridurre al minimo le riflessioni fastidiose.

La disposizione normalmente adottata è quella di utilizzare lampade fluorescenti e tubolari installate in apparecchi illuminanti il cui asse longitudinale è parallelo alle aperture verso l'esterno dell'edificio (finestre, vetrate, ecc.) e la cui interdistanza è soggetta alle seguenti regole:

- l'interdistanza fra gli apparecchi non deve essere superiore all'altezza utile (distanza misurata verticalmente tra la sorgente luminosa e il piano di riferimento che in genere è preso a 1 m dal pavimento);
- per gli apparecchi periferici la distanza dalla parete riflettente più vicina non deve essere superiore alla metà dell'interdistanza fra gli apparecchi.

Le curve fotometriche degli apparecchi sono di tipo diretto o semidiretto (vedasi in particolare la figura A.3 della Guida CEI 64-52).

Gli apparecchi destinati all'illuminazione della lavagna devono essere disposti in modo da evitare riflessioni fastidiose.

Infine una notazione relativa alla finitura delle superfici interne del locale per le quali si raccomanda un fattore di riflessione non inferiore al 90% per il soffitto, al 60% per le pareti, al 20% per il pavimento.

## **1.14 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE**

La scelta e l'installazione dei componenti deve permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto e le prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

Ogni componente elettrico deve essere conforme alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme CEI che lo riguardano.

In base ai Decreti Legislativi del 12/11/96 n°615 e 25/11/96 n°626 la rispondenza ai requisiti essenziali delle Direttive 89/336/CEE e 73/23/CEE modificate dalla Direttiva 93/68/CEE dei componenti elettrici d'impianto, ricadenti nel campo di applicazione delle stesse, deve essere comprovata dalla presenza della marcatura CE.

Tutti i componenti elettrici, comprese le condutture elettriche, devono essere disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

Infine si ricorda che i componenti dell'impianto di forza motrice e degli impianti di segnalazione devono essere protetti dagli urti ed installati in modo da essere facilmente individuabili ed utilizzabili, anche in condizioni di scarsa visibilità, conformemente a quanto previsto dal D.M. n°236 del 14 giugno 1989.

Il sistema di illuminazione potrà avvenire anche per mezzo del Sistema di Automazione dell'Edificio il quale se previsto provvederà ad attivare attraverso moduli intelligenti gli apparecchi di illuminazione, direttamente o attraverso contattori di adeguata portata.

La tipologia di comando dovrà consentire tutte le funzioni precedentemente descritte sia localmente sia dalla postazione centrale. Ogni modifica di funzionamento dei componenti installati, così come ogni "messa a punto" dell'impianto potrà così avvenire esclusivamente attraverso la riprogrammazione dei componenti senza richiedere modifiche di cablaggio.

L'impiego di componenti "intelligenti" dovrà garantire la realizzazione di controlli evoluti, quali il comando temporizzato, la regolazione continua, la segnalazione di malfunzionamenti dei dispositivi di illuminazione, l'ottimizzazione dei consumi consentendo inoltre di attuare un programma di risparmio energetico. Il sistema di gestione inoltre dovrà essere in grado di assicurare un livello di illuminamento costante in relazione all'incidenza dell'illuminazione esterna.

Il sistema Automazione dell'Edificio dovrà provvedere ai comandi centralizzati ed automatizzati per tutte le accensioni. Il sistema potrà provvedere a regolare in modo continuo ed automaticamente la luminosità ambientale in modo da tener conto dell'apporto della luce naturale riducendo di conseguenza l'illuminazione artificiale.

## **1.15 SERIE CIVILE DA INCASSO**

Le apparecchiature della serie civile da incasso devono essere conformi alle "*Prescrizioni generali*" contenute nella norma CEI EN 60669-1 "Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare", nonché alle ulteriori norme del CT23 del CEI relative ai singoli componenti.

Le apparecchiature devono poter essere installate in scatole rettangolari o rotonde, secondo le indicazioni del Committente.

### **Interruttori serie civile**

Gli interruttori della serie civile da incasso devono rispondere ai seguenti requisiti:

- essere conformi alla relativa norma di prodotto;
- avere correnti nominali non inferiori a 16 A;
- garantire il comando sia di carichi con lampade a incandescenza, che carichi con lampade fluorescenti;
- avere dimensioni modulari ed essere componibili e affiancabili con altre apparecchiature della stessa serie;
- essere dotati di un dispositivo a molle o a scatto per l'inserimento e il disinserimento dal supporto;
- possedere una vita meccanica non inferiore a 40.000 manovre effettuate alla corrente e tensione nominale dichiarate ed un fattore di potenza di prova pari a  $0,6 \pm 0,05$ .

### **Prese di corrente**

- le prese possono avere portata 10 o 16 A;
- le prese UNEL (Shuko) devono consentire l'utilizzo di spine sia UNEL che tradizionali con terra centrale;

- le prese per l'alimentazione di reti di personal computer (con UPS) è consigliabile che siano conformi alle Norme UNEL. In alcuni casi può essere utile ricorrere a prese per circuiti preferenziali di diverso colore (generalmente rosso).

L'inserimento delle prese deve avvenire dalla parte anteriore delle armature mediante un montaggio a scatto.

Il tipo di aggancio deve essere tale da garantire l'intercambiabilità dei componenti.

Occorre inoltre che vengano osservate le seguenti prescrizioni:

- le operazioni di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina possono essere sottoposte durante l'esercizio, non devono alterare il fissaggio né sollecitare i cavi ed i morsetti di collegamento;
- per le prese fisse per uso domestico e similare l'asse d'inserzione delle relative spine deve risultare orizzontale; tale asse deve rispettare le seguenti distanze dal piano di calpestio:
  - 175 mm nel caso di prese a parete (con montaggio incassato o sporgente);
  - 70 mm nel caso di prese da canalizzazioni (o zoccoli);
  - 40 mm nel caso di prese da torrette o calotte (a pavimento);
- quando le prese sono installate in torrette o calotte oppure in scatole di derivazione a livello del pavimento, il fissaggio al pavimento deve assicurare il grado di protezione IP 52; fanno eccezione le applicazioni sui pavimenti sopraelevati o riportati (a pannelli accostati) laddove per la pulitura non è previsto lo spargimento di liquido;
- nelle installazioni che comportano l'innesto delle spine con l'asse verticale (laddove questo tipo di inserzione è ammessa) è necessario assicurare la tenuta stagna alla polvere e agli spruzzi d'acqua degli organi di presa quando la connessione è inattiva e dall'accoppiamento completo (presa e spina) quando la connessione è attiva;
- le prese a spina devono sempre essere provviste di un contatto di protezione da collegare al conduttore di protezione e possono essere utilizzate come dispositivi di sezionamento; in tal caso dev'essere impedita qualsiasi chiusura non intenzionale del circuito;
- a monte delle prese a spina devono essere installati idonei dispositivi di protezione in grado di interrompere le correnti di sovraccarico, onde evitare riscaldamento pericolosi degli isolanti, dei collegamenti e delle prese a spina stesse.

## **Supporti, scatole e placche**

Il supporto avvolge gli apparecchi e separa completamente le parti attive e i conduttori di collegamento della placca.

Deve altresì essere garantita l'assenza di rischi da elettrocuzione nel caso di distacco dei conduttori dai morsetti degli apparecchi installati.

Le scatole e le placche (qualora realizzate con tecnopolimeri) devono possedere le caratteristiche di resistenza meccanica, tecnica e di autoestinguenza previste dalle rispettive norme di prodotto.

Le placche costituiscono il completamento, sulla parte anteriore, degli apparecchi montati all'interno della scatola. Ferma restando la scelta del Committente per quanto concerne tipologia, colore ed ogni altro aspetto estetico, è consigliato che le placche siano del tipo ad aggancio frontale a scatto, mentre lo sgancio deve essere possibile solo mediante utensile.

L'insieme apparecchio + supporto + placca da incasso installato in posizione verticale deve garantire almeno il seguente grado di protezione:

- con apparecchi a fronte chiuso (comandi, suonerie, segnalatori, ecc.) IP41
- con apparecchi a fronte aperto (prese, ecc.) IP21

Da ultimo si richiamano le raccomandazioni della Guida CEI 64-50 da attuare nella fase installativa relativamente all'integrità delle cassette, delle scatole, delle placche e dei coperchi; in particolare:

- art. 3.2.2.6: durante le varie fasi di esecuzione delle opere edili è necessario proteggere cassette e scatole incassate per impedire la penetrazione di materiali estranei nei tubi.
- art. 3.2.2.7: solitamente, placche, coperchi, sportelli ed i dispositivi ad essi fissati vanno montati dopo l'esecuzione delle tinteggiature o la posa dei parati, onde evitare il loro danneggiamento durante i lavori suddetti. I componenti interni alle cassette devono essere opportunamente protetti contro imbrattamenti da vernici, colle e simili durante le operazioni di finitura delle pareti.

## **1.16 CONDUTTURE**

Nella scelta e nella messa in opera delle condutture devono essere rispettati i principi fondamentali di sicurezza e protezione contro i contatti accidentali e le sovratensioni di cui al capitolo 13 della Norma CEI 64-8 per la parte di applicabilità a cavi e conduttori, ai loro morsetti ed alle giunzioni, ai loro supporti e/o involucri di protezione.

I tipi di posa delle condutture, in funzione del tipo di conduttore o del cavo utilizzato, devono essere in accordo con la Tab. E500/1.



Qualora sia previsto un sistema di automazione dell'Edificio il cavo Bus può essere installato unitamente ai cavi di energia.

## 1.17 CAVI

Si definisce cavo l'insieme dei conduttori, degli isolanti, delle guaine e delle armature di protezione o di schermatura specificamente costruito per convogliare la corrente sia ai fini del trasporto dell'energia che di trasmissione di segnali.

I cavi in uso negli impianti elettrici utilizzatori in BT sono caratterizzati fondamentalmente dalla tensione nominale, dal materiale isolante, dalla guaina protettiva, dalla flessibilità, dal numero delle anime e dalla sezione del conduttore di ciascuna anima.

La tensione nominale adeguata a tensioni di esercizio di 230/400 V è  $U_0/U = 300/500$  V per cavi a posa fissa. Per sistemi di posa meno impegnativi (monofase 230 V) può essere sufficiente la tensione nominale  $U_0/U = 300/300$  V ( $U_0$  valore efficace della tensione tra uno qualsiasi dei conduttori e la terra;  $U$  valore efficace della tensione tra due conduttori di un cavo multipolare o di un sistema con cavi unipolari).

Per posa fissa in ambienti speciali o per posa interrata occorrono tensioni nominali più elevate ( $U_0/U = 450/750$  V oppure 0,61 kV).

La portata di un cavo dipende dalla sezione, dal tipo di conduttore e dall'isolante, ma anche dalla temperatura ambientale e dalle condizioni di posa. Allo scopo, sono predisposte le tabelle che seguono, dedotte dalla Norma CEI-UNEL 3504/1 (fascicolo 3516).

Che permettono di calcolare, in determinate condizioni di posa e ambientali:

- la corrente massima  $I_z$  che il cavo può sopportare ininterrottamente data la sua sezione  $S$ ;
- la sezione minima del cavo, data la corrente massima ammissibile  $I_z$ .

## 1.18 CORPI ILLUMINANTI

Gli apparecchi di illuminazione devono svolgere principalmente le seguenti funzioni:

- modificare i fasci luminosi prodotti dalle lampade per ottenere la curva fotometrica desiderata;
- assicurare l'incolumità fisica di tutti coloro che entrano in contatto con una qualunque sua parte consapevolmente o accidentalmente;

- non alterare il campo elettromagnetico dell'ambiente in cui operano ed assolvere ad ipotesi di razionalizzazione dei consumi di energia elettrica.

Le prestazioni degli apparecchi di illuminazione vengono normalmente ricavate dalla documentazione fornita dal costruttore, che deve comprendere:

- i diagrammi polari dell'intensità luminosa;
- il rendimento normale;
- l'angolo di schermatura;
- le curve limite di luminanza;
- la tabella dei fattori di utilizzazione adatta per determinare i valori medi di illuminamento orizzontale sul piano utile.

## **1.19 AUTOMAZIONE TAPPARELLE**

E' previsto un Sistema di Automazione dell'Edificio questo dovrà consentire l'attivazione delle tapparelle sia localmente con comandi manuali, sia in modo centralizzato, il sistema stesso dovrà inoltre poter rilevare sia lo stato delle stesse (aperte, chiuse) sia particolari condizioni atmosferiche (vento, pioggia, ecc.) che necessitano un immediato riavvolgimento delle stesse per evitare danni alla struttura.

Allarmi tecnici. Ogni modifica di funzionamento dei componenti installati, così come ogni "messa a punto" dell'impianto potrà così avvenire esclusivamente attraverso la riprogrammazione dei componenti senza richiedere modifiche di cablaggio.

## **1.20 SERIE CIVILE DA INCASSO**

Le apparecchiature della serie civile da incasso devono essere conformi alle "*Prescrizioni generali*" contenute nella norma CEI EN 60669-1 "Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare", nonché alle ulteriori norme del CT23 del CEI relative ai singoli componenti.

Le apparecchiature devono poter essere installate in scatole rettangolari o rotonde, secondo le indicazioni del Committente.

### **Interruttori serie civile**

Gli interruttori della serie civile da incasso devono rispondere ai seguenti requisiti:

- essere conformi alla relativa norma di prodotto;

- avere correnti nominali non inferiori a 16 A;
- garantire il comando sia di carichi con lampade a incandescenza, che carichi con lampade fluorescenti;
- avere dimensioni modulari ed essere componibili e affiancabili con altre apparecchiature della stessa serie;
- essere dotati di un dispositivo a molle o a scatto per l'inserimento e il disinserimento dal supporto;
- possedere una vita meccanica non inferiore a 40.000 manovre effettuate alla corrente e tensione nominale dichiarate ed un fattore di potenza di prova pari a  $0,6 \pm 0,05$ .

### **Prese di corrente**

- le prese possono avere portata 10 o 16 A;
- le prese UNEL (Shuko) devono consentire l'utilizzo di spine sia UNEL che tradizionali con terra centrale;
- le prese per l'alimentazione di reti di personal computer (con UPS) è consigliabile che siano conformi alle Norme UNEL. In alcuni casi può essere utile ricorrere a prese per circuiti preferenziali di diverso colore (generalmente rosso).

L'inserimento delle prese deve avvenire dalla parte anteriore delle armature mediante un montaggio a scatto.

Il tipo di aggancio deve essere tale da garantire l'intercambiabilità dei componenti.

Occorre inoltre che vengano osservate le seguenti prescrizioni:

- le operazioni di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina possono essere sottoposte durante l'esercizio, non devono alterare il fissaggio né sollecitare i cavi ed i morsetti di collegamento;
- per le prese fisse per uso domestico e similare l'asse d'inserzione delle relative spine deve risultare orizzontale; tale asse deve rispettare le seguenti distanze dal piano di calpestio:
  - 175 mm nel caso di prese a parete (con montaggio incassato o sporgente);
  - 70 mm nel caso di prese da canalizzazioni (o zoccoli);
  - 40 mm nel caso di prese da torrette o calotte (a pavimento);
- quando le prese sono installate in torrette o calotte oppure in scatole di derivazione a livello del pavimento, il fissaggio al pavimento deve assicurare il grado di protezione IP 52; fanno eccezione le applicazioni sui pavimenti

sopraelevati o riportati (a pannelli accostati) laddove per la pulitura non è previsto lo spargimento di liquido;

- nelle installazioni che comportano l'innesto delle spine con l'asse verticale (laddove questo tipo di inserzione è ammessa) è necessario assicurare la tenuta stagna alla polvere e agli spruzzi d'acqua degli organi di presa quando la connessione è inattiva e dall'accoppiamento completo (presa e spina) quando la connessione è attiva;
- le prese a spina devono sempre essere provviste di un contatto di protezione da collegare al conduttore di protezione e possono essere utilizzate come dispositivi di sezionamento; in tal caso dev'essere impedita qualsiasi chiusura non intenzionale del circuito;
- a monte delle prese a spina devono essere installati idonei dispositivi di protezione in grado di interrompere le correnti di sovraccarico, onde evitare riscaldamenti pericolosi degli isolanti, dei collegamenti e delle prese a spina stesse.

### **Supporti, scatole e placche**

Il supporto avvolge gli apparecchi e separa completamente le parti attive e i conduttori di collegamento della placca.

Deve altresì essere garantita l'assenza di rischi da elettrocuzione nel caso di distacco dei conduttori dai morsetti degli apparecchi installati.

Le scatole e le placche (qualora realizzate con tecnopolimeri) devono possedere le caratteristiche di resistenza meccanica, tecnica e di autoestinguenza previste dalle rispettive norme di prodotto;

Le placche costituiscono il completamento, sulla parte anteriore, degli apparecchi montati all'interno della scatola. Ferma restando la scelta del Committente per quanto concerne tipologia, colore ed ogni altro aspetto estetico, è consigliato che le placche siano del tipo ad aggancio frontale a scatto, mentre lo sgancio deve essere possibile solo mediante utensile.

L'insieme apparecchio + supporto + placca da incasso installato in posizione verticale deve garantire almeno il seguente grado di protezione:

- con apparecchi a fronte chiuso (comandi, suonerie, segnalatori, ecc.) IP41
- con apparecchi a fronte aperto (prese, ecc.) IP21

Da ultimo si richiamano le raccomandazioni della Guida CEI 64-50 da attuare nella fase installativa relativamente all'integrità delle cassette, delle scatole, delle placche e dei coperchi; in particolare:

- art. 3.2.2.6: durante le varie fasi di esecuzione delle opere edili è necessario proteggere cassette e scatole incassate per impedire la penetrazione di materiali estranei nei tubi.
- art. 3.2.2.7: solitamente, placche, coperchi, sportelli ed i dispositivi ad essi fissati vanno montati dopo l'esecuzione delle tinteggiature o la posa dei parati, onde evitare il loro danneggiamento durante i lavori suddetti. I componenti interni alle cassette devono essere opportunamente protetti contro imbrattamenti da vernici, colle e simili durante le operazioni di finitura delle pareti.

## 1.21 DIFFUSIONE SONORA

L'impianto di diffusione sonora nell'aula magna comprenderà un pannello di comando capace di gestire in ingresso un adeguato numero di canali monofonici o stereofonici ed una serie di componenti progettati per uscite audio aventi una potenza correlata all'ambiente dove il suono deve essere diffuso. Si raccomanda, in ogni caso, di installare le sorgenti in uno o più quadri modulari (Rack).

La dotazione minima consigliata è la seguente:

- dispositivo alimentatore;
- "pannello" per il collegamento alla rete di alimentazione a 240 V c.a., completo di morsettiera e di interruttore acceso-spento;
- dispositivi preamplificatori;
- dispositivi correttori di toni ed eventuali filtri di taglio per i toni bassi a frequenza variabile;
- pannello di segnalazione;
- "pannello" per la filodiffusione;
- una o più unità per l'uscita, costituite da dispositivi di amplificazione di potenza idonea (complete di alimentatore), adeguate a pilotare il carico dei riproduttori;
- un registratore/lettore per cassette di tipo professionale, composto da più elementi connessi in cascata;

Quando il sistema di diffusione sonora è destinato anche all'invio dei messaggi connessi con il piano di evacuazione dei locali, deve essere alimentato mediante sorgenti di sicurezza.

Per la realizzazione delle linee foniche o microfoniche è opportuno usare cavi schermati con la schermatura predisposta per il collegamento a terra, lato centrale, avente le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco dell'impianto elettrico.

## 1.22 AMPLIFICATORE

Occorre valutare la potenza di emissione sonora necessaria in funzione delle dimensioni e delle caratteristiche dell'ambiente e operare la scelta solo tra prodotti delle aziende più note e qualificate.

Vengono per altro fornite le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- i preamplificatori dovranno essere dotati di ampia equalizzazione con comandi separati per basse e alte frequenze;
- il livello di uscita del segnale dovrà essere sufficientemente alto e con bassa impedenza onde poter pilotare, se necessario più amplificatori con un unico preamplificatore;
- l'alimentazione dovrà essere indipendente tra preamplificatori e amplificatori;
- tutti gli amplificatori dovranno essere dotati di attenuatore di ingresso.

Le loro potenze dovranno essere non troppo elevate per motivi di economia di gestione e di sicurezza di funzionamento:

- di norma non si dovranno avere più di 60 W in uscita per amplificatore;
- i preamplificatori e gli amplificatori dovranno essere di esecuzione idonea a un eventuale montaggio in appositi armadi metallici, onde ne sia permessa una facile ispezione dei circuiti senza doverli rimuovere dal loro alloggiamento;
- i valori consigliati per la limitazione della distorsione lineare e non lineare e quello di un rumore di fondo mediamente normale:
  - distorsione lineare fra 40 e 12.000 Hz, minore di 3 dB;
  - distorsione non lineare, misurata alla potenza nominale e a 1.000 Hz, minore del 3%;
  - rumore di fondo, minore di 60 dB.

## 1.23 DIFFUSORI ACUSTICI

La gamma dei suoni udibili è compresa nell'intervallo di frequenze: 20 ÷ 20.000 Hz.

I diffusori acustici (altoparlanti) operano, normalmente in una ben precisa porzione della gamma audio, tenendo altresì conto che i suoni riproducibili dal singolo altoparlante, variano in funzione della direzione di emissione considerata.

Dopo aver individuato le zone da sonorizzare, è importante conoscere i coefficienti di assorbimento dei materiali, ma soprattutto è necessario stabilire il rumore di fondo dell'ambiente prima di stabilire il livello di pressione acustica in dB e di conseguenza la potenza in watt.

Il rumore ambientale, per una sala conferenze, ambiente al quale può essere assimilato l'aula magna, è pari a  $50 \div 60$  dB.

Per la scelta del numero e del tipo di diffusori da impiegare, è opportuno tener presente che in ambienti chiusi non sono consigliabili trombe esponenziali, ma vanno utilizzati diffusori da soffitto o da parete oppure colonne sonore scelte in base al tipo di sonorizzazione da realizzare.

Le Tab. E584/1 ed E584/2, in base all'area da sonorizzare, alle altezze di installazione dei diffusori e al livello del rumore ambientale, permettono di individuare, con sufficiente precisione, il numero dei diffusori necessari per la potenza totale da installare.

Nel determinare il numero dei diffusori acustici, occorre anche tener conto del loro "angolo di dispersione" in modo tale che l'area sia completamente coperta e non presenti zone d'ombra. L'angolo di dispersione di un diffusore permette di determinare l'ampiezza del fronte al quale si può attribuire la stessa intensità sonora in rapporto alla distanza del punto di ascolto predeterminato.

## **1.24 MICROFONI**

Sono da preferirsi i microfoni del tipo unidirezionale con uscita di linea a bassa impedenza e dovranno possedere i seguenti requisiti:

- essere compatibili con i preamplificatori o gli amplificatori, coi quali dovranno essere collegati;
- avere una caratteristica di sensibilità di tipo "cardioide" e il campo di frequenza dovrà estendersi fra 40 e 12.000 Hz;
- essere corredati di base da tavolo o da terra, con asta regolabile; in ogni caso, l'asta dovrà essere completa di cordone di tipo flessibile collegato con spina irreversibile alle prese della rete microfonica o direttamente a quella delle altre apparecchiature.

## **1.25 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE NEI LOCALI DA BAGNO**

Gli impianti elettrici nei locali da bagno sono regolati dalla Norma CEI 64-8, Sez. 701, che fornisce prescrizioni dettagliate sui provvedimenti da adottare.

Valgono in particolare le seguenti prescrizioni:

- nella zona 3 possono essere installati prese a spina, interruttori e dispositivi di comando, purché sia adottata la protezione mediante interruttore differenziale aventi  $I_{dn} \leq 30$  mA. Per la protezione addizionale contro i contatti diretti ed indiretti in alcuni casi si può adottare, sempre in questa zona, un provvedimento di più elevata sicurezza usando un interruttore differenziale di più alta sensibilità (per esempio avente  $I_{dn} \leq 130$  mA).
- L'alimentazione dello scaldacqua (che, si ricorda, può essere installato anche nelle zone 1 e 2) si può eseguire con un cavo multipolare con guaina non metallica ed eventuale scatola terminale con passacavo nelle immediate vicinanze dello scaldacqua:

Il cavo, che si deve sviluppare senza giunzioni a partire da una cassetta disposta fuori dalle zone 1 e 2, può alimentare con un breve percorso in vista, ma in posizione di difficile accessibilità, lo scaldacqua.

L'interruttore di comando deve essere ubicato fuori dalle zone 1 e 2.

- Apparecchi di comando, prese a spina e cassette installate nella zona 3 possono essere di tipo ordinario, incassati in posizione verticale.

Si raccomanda tuttavia di non installare questi apparecchi in posizioni particolarmente esposte a frequenti gocciolamenti.

Il sistema di illuminazione potrà avvenire anche per mezzo del Sistema di Automazione dell'Edificio il quale se previsto provvederà ad attivare attraverso moduli intelligenti gli apparecchi di illuminazione, direttamente o attraverso contattori di adeguata portata.

La tipologia di comando dovrà consentire tutte le funzioni precedentemente descritte sia localmente sia dalla postazione centrale. Ogni modifica di funzionamento dei componenti installati, così come ogni "messa a punto" dell'impianto potrà così avvenire esclusivamente attraverso la riprogrammazione dei componenti senza richiedere modifiche di cablaggio.

L'impiego di componenti "intelligenti" dovrà garantire la realizzazione di controlli evoluti, quali il comando temporizzato, la regolazione continua, la segnalazione di malfunzionamenti dei dispositivi di illuminazione, l'ottimizzazione dei consumi consentendo inoltre di attuare un programma di risparmio energetico. Il sistema di gestione inoltre dovrà essere in grado di assicurare un livello di illuminamento costante in relazione all'incidenza dell'illuminazione esterna.

Il sistema Automazione dell'Edificio dovrà provvedere ai comandi centralizzati ed automatizzati per tutte le accensioni. Il sistema potrà provvedere a regolare in modo continuo ed automaticamente la luminosità ambientale in modo da tener conto dell'apporto della luce naturale riducendo di conseguenza l'illuminazione artificiale.



## **1.26 APPARECCHI DI VENTILAZIONE NEI LOCALI DA BAGNO**

E' necessario, preventivamente, distinguere tra locali da bagno non aerati e locali da bagno con finestre.

Nei primi, ai sensi della legge n°166/75 (art. 18) è fatto obbligo di prevedere un sistema di ventilazione forzata.

La portata d'aria consigliata (espressa in m<sup>3</sup>/h), può essere ricavata moltiplicando per 8 il volume del locale.

L'aspiratore è opportuno che sia comandato da un dispositivo che ne ritardi lo spegnimento di alcuni minuti; in ogni caso devono essere rispettate le disposizioni del Regolamento di igiene del Comune di riferimento.

Relativamente all'installazione, l'apparecchio di aspirazione deve essere installato nella zona 2 e deve possedere un grado di protezione non inferiore a IP4X (fanno eccezione, qualora presenti in commercio, aspiratori alimentati da circuiti SELV che possono trovare impiego anche nella zona 1).

Nei bagni con finestre l'apparecchio di aspirazione non è obbligatorio, ma può essere consigliato soprattutto laddove vi è abbondante produzione di vapore. In questi casi è possibile prevedere l'attivazione automatica dell'apparecchio di aspirazione mediante un comando attivato da un sensore di umidità.

## **1.27 SISTEMI DI DISTRIBUZIONE A PAVIMENTO**

In taluni laboratori e/o negli uffici è a volte utile realizzare la distribuzione dell'energia elettrica sotto pavimento.

La distribuzione può essere realizzata con condutture incassate direttamente nella struttura del pavimento oppure posate sotto il pavimento galleggiante (flottante).

La distribuzione incassata direttamente nella struttura del pavimento è utilizzata per l'elettrificazione di ampi locali a spazio aperto (open space), poiché permette la predisposizione di posti di lavoro con il minimo ingombro.

Le scatole affioranti sul pavimento, ad esempio quelle predisposte per la derivazione delle torrette, sono soggette alla polvere e agli spargimenti d'acqua per la pulizia, per questo motivo la norma raccomanda un grado di protezione IP 32.

I pavimento galleggianti vengono invece impiegati in locali con addensamento di servizi telefonici, elettrici e telematici per agevolare la posa delle condutture e delle torrette a pavimento e per permettere un facile spostamento dei vari servizi a seguito di modifiche nella dislocazione dei posti di lavoro.

In ogni caso, la norma di riferimento per questa tipologia di impianti è la Norma CEI 23-32 "Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete".

I principali componenti dei sistemi di distribuzione e le loro caratteristiche costruttive sono le seguenti:

- canali in materiale termoplastico autoestinguente, con bocchettoni di derivazione montabili a scatto sul canale completi di coperchio provvisorio e accessori appositamente studiati per realizzare i percorsi di distribuzione.
- cassette di derivazione primaria e secondaria per pavimenti sopraelevati in materiale plastico autoestinguente, antiurto.
- cassette di derivazione per pavimenti sopraelevati in materiale plastico autoestinguente antiurto, avente dimensioni 150x150x65 mm, corredate di giunto per l'accoppiamento longitudinale o diagonale;
- cassette di derivazione per pavimenti tradizionali in materiale plastico autoestinguente antiurto, aventi dimensioni 150x150x65 mm, corredate di giunto per l'accoppiamento longitudinale o diagonale e bocchettone con filettatura interna 2" gas completo di tappo di chiusura provvisorio;
- cassette di derivazione in lega d'alluminio complete di coperchio definitivo per pavimenti in moquette e linoleum con viti di regolazione per la messa in piano  $h = 56-66$  mm ( $h = 60-80$  mm); le cassette sono complete di separatore interno in materiale plastico per la separazione dei circuiti. Le dimensioni della cassetta sono 270x270x60 mm. Completano le cassette le cornici che servono per rifinire esteticamente le superfici dei pavimenti in moquette e linoleum;
- paratie di chiusura vani per l'inserimento, nelle cassette di derivazione destinate a pavimenti sopraelevati e tradizionali, di canali aventi sezione 70x30 mm (oppure sezione 95x30 mm) e/o tubi di diametro 25 mm (32 mm);
- sistemi di canalizzazione sottopavimento completi, per la distribuzione in pavimenti sopraelevati con altezza utile minima di 120 mm (intercapedine) costituiti da canale 95x30 mm ispezionabile (dotato di coperchio amovibile smontabile con attrezzo) e con la possibilità di montare un separatore per la separazione di circuiti, in materiale plastico autoestinguente e di tutti gli accessori

per realizzare i percorsi di distribuzione (supporti, giunti, curva piana regolabile, curva verticale regolabile, tappo terminale);

- torrette: sono disponibili tipologie differenti di torrette in relazione all'ambiente di installazione ed all'impiego delle stesse; in particolare:
  - torrette sporgenti bifacciali (4+4 frutti) in tecnopolimero autoestinguente e antifurto con dimensioni 150x150x120 mm. Le torrette hanno il coperchio asportabile per un più agevole cablaggio degli apparecchi. Il coperchio si rimonta a scatto sulla struttura. Dotate di separatore interno per consentire la divisione delle diverse reti, sono utilizzabili in qualsiasi tipo di pavimento grazie agli appositi supporti completi di viti di fissaggio e guarnizione, che garantiscono un grado IP 54 tra zoccolo e pavimento;
  - torrette a colonna in alluminio a 4 scomparti (h = 600 mm, diametro 250 mm) con pannelli componibili (tre per ogni scomparto) in alluminio anodizzato estruso. La base è corredata di guarnizione in gomma per garantire il grado di protezione IP 54 tra torretta e pavimento. Sulla colonna possono essere inseriti interruttori automatici e differenziali, tutti i tipi di frutti elettrici e le diverse prese per i servizi EDP e telematici. Gli elementi porta apparecchi sono realizzati in alluminio anodizzato estruso, le basi e i coperchi sono in alluminio anodizzato pressofuso;
  - torrette a scomparsa: sono torrette (300x325 mm) previste per l'inserimento di 10 o 16 frutti in tecnopolimero autoestinguente, disponibili con coperchio cavo (profondità vano 5 mm) per l'alloggiamento di moquette/linoleum (oppure con coperchio con finitura in acciaio inox quadrettato). Il coperchio, apribile con attrezzo, è facilmente asportabile e si richiude spontaneamente secondo le indicazioni della Norma CEI 64-8. Dotate di guarnizione imperdibile, assicurano un grado di protezione IP 52 tra torretta e pavimento. I supporti portafrutti sono installabili a scatto e non necessitano di telai e placche di finitura. Vengono fornite con staffe di aggancio montate. Sono installabili sia in pavimenti sopraelevati sia in pavimenti tradizionali mediante l'utilizzo di un'apposita scatola in metallo da incasso.

## 1.28 GRUPPI DI CONTINUITÀ

Gli UPS (Uninterruptible Power System), meglio conosciuti come gruppi di continuità, devono fornire l'alimentazione di riserva quando viene a mancare quella ordinaria che possono essere di due tipi: off-line o on-line. Nel tipo off-line il carico è normalmente alimentato dalla rete; il carico viene automaticamente commutato sull'UPS all'insorgere di una interruzione anche molto breve (5 ÷ 10 ms); nel tipo on-line il carico viene alimentato in condizioni ordinarie attraverso un inverter.

La potenza nominale dell'UPS deve essere almeno uguale alla massima potenza che il carico alimentato può richiedere in regime permanente. E' consigliabile prevedere una potenza di riserva pari al 10 ÷ 15%.

Il tempo di funzionamento minimo richiesto di un UPS deve essere tale da consentire agli operatori ai videoterminali di chiudere le sessioni di lavoro; in ogni caso, a seconda del centro di elaborazione dati, detto tempo deve essere compreso tra 10 ed i 30 minuti.

Nei casi in cui si voglia continuare l'esercizio per interruzioni comunque lunghe, occorre associare all'UPS un gruppo elettrogeno.

Ai fini della scelta dell'UPS si forniscono le seguenti indicazioni:

- gli UPS on-line vengono costruiti, in funzione della potenza di erogazione, con o senza commutatore statico e con diverso numero di fasi;
- gli UPS di piccola potenza ( $1 \div 5$  kVA) sono apparecchiature monofase (in entrata e in uscita) e privi di commutatore statico;
- gli UPS di media potenza ( $5 \div 20$  kVA) sono dotati di commutatore statico e bypass manuale; possono essere tri-monofase (entrata trifase ed uscita monofase) o trifase-trifase (entrata trifase ed uscita trifase).

Da ultimo si ricorda che ai fini della protezione con interruttori differenziali, occorre tener presente:

- la corrente differenziale nominale  $I_{dN}$  deve essere compatibile con la corrente di dispersione dei filtri di ingresso dell'UPS;
- la corrente di guasto a terra immediatamente a valle dell'UPS non è alternata sinusoidale; ne consegue che una corrente di guasto, ad esempio unidirezionale, provoca nel toroide dell'interruttore differenziale una variazione di flusso minore di una corrente alternata che potrebbe essere insufficiente per determinare l'intervento dell'interruttore differenziale.

Gli interruttori differenziali di tipo B intervengono anche in presenza di correnti di guasto unidirezionale e quindi garantiscono la protezione anche nel caso particolare di guasto all'interno di un UPS trifase nel tratto compreso tra raddrizzatore e inverter; lo stesso dicasi per un interruttore di tipo A nei confronti di un UPS monofase.

## **1.29 LINEE DEDICATE**

Le linee elettriche di alimentazione, le linee telefoniche e di trasmissione dati devono essere dedicate.

Per l'identificazione delle linee elettriche dedicate è consigliato ricorrere a prese a spina di diverso colore (generalmente rosso) inserite nelle normali serie civili degli apparecchi.

Le linee telefoniche e di trasmissione dati devono essere posate in condutture separate e distinte dalle linee elettriche e opportunamente schermate da queste ultime.

## **1.30 RETE LOCALE**

L'impianto telefonico e trasmissione dati sarà allacciato al rack principale di edificio sito nell'ufficio al piano terra, al quale arrivano la linea telefonica principale e la fibra ottica. Dall'armadio concentratore principale si svilupperà tutto l'impianto dati e fonia a servizio dell'edificio oggetto di intervento. Sono previsti in totale n.5 access point per l'accesso alla rete senza cavo e n. 6 prese dati a servizio delle aule e dell'ufficio.

Le configurazioni delle LAN possono essere di tipo a dorsale (bus) o ad anello (ring).

I cavi di collegamento devono essere scelti in funzione dei protocolli utilizzati per la trasmissione; sono possibili le seguenti soluzioni:

- doppini telefonici;
- cavi coassiali;
- cavi piatti.

Per quanto concerne il tipo di posa si ricorda che è ammessa la posa dei cavi per trasmissione dati, TV, TV-CC, antintrusione, nella medesima tubazione; la posa assieme ai cavi di energia è ammessa purché i cavi di segnale abbiano isolamento idoneo al sistema elettrico di potenza (art. 521.6 della Norma CEI 64-8).

## **1.31 TERMINALI**

Con questo termine devono intendersi tutte le apparecchiature collegate al computer che si interfacciano con l'uomo (ad esempio stampanti, plotter, videoterminali, ecc.).

In particolare le tastiere dei computer ed i videoterminali (questi ultimi sono oggetto di specifiche prescrizioni al titolo VI del DLgs 626/94) devono:

- avere lo schermo orientabile ed inclinabile sia in senso orizzontale che verticale;
- la tastiera deve essere inclinata di  $5 \div 15^\circ$  rispetto al piano di lavoro; inoltre deve avere il bordo anteriore sottile per permettere un corretto appoggio del polso sul tavolo.

Ulteriori prescrizioni relative all'ambiente:

- i posti di lavoro devono essere disposti in modo che lo sguardo dell'operatore risulti parallelo alla finestra;
- il livello di illuminamento generale negli ambienti con videotermini deve essere più contenuto di quello previsto negli uffici dove si svolgono lavori convenzionali.

Da ultimo, per quanto riguarda l'aspetto legislativo e normativo, oltre al già citato DLgs 626/94, i videotermini, come del resto tutte le apparecchiature elettriche per uffici ed ambienti simili devono essere conformi alla Norma CEI EN 60950.

## **1.32 DISPOSIZIONE DEI VIDEO E DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

La disposizione dei video dovrà essere effettuata in relazione alla posizione delle finestre del locale: gli apparecchi video dovranno essere posizionati in modo tale che lo sguardo dell'operatore sia parallelo il più possibile alle finestre.

I sistemi di illuminazione non dovranno essere posizionati direttamente sopra i video, ma lateralmente rispetto ad essi.

Al fine di evitare illuminamenti troppo elevati sul video, a causa della luce diurna, dovranno essere previste idonee schermature, quali tende, o schermi antiriflesso per i video.

## **1.33 ASCENSORI**

Le competenze del progettista e dell'installatore elettrico per gli impianti per ascensori si limitano al circuito F.M. ed illuminazione e non riguardano il sistema elevatore. Pertanto, anche alla luce del D.P.R. 587/87 e del D.P.R. 269/94 per impianto elettrico di ascensori e servoscala deve intendersi:

- per i circuiti F.M.: l'impianto fino ai morsetti di alimentazione dell'interruttore al piano terra o dell'interruttore del locale macchinario;
- per il circuito di illuminazione cabina: l'impianto fino ai morsetti di alimentazione dell'interruttore;
- per tutti gli altri circuiti, ossia luce vano corsa e locale macchinario e per il circuito prese a spina, tutto l'impianto.

E' tuttavia opportuno, anche ai fini di una realizzazione unitaria del quadro elettrico, prendere i necessari accordi con la ditta costruttrice/installatrice dell'impianto elevatore.

## **1.34 LINEA DI ALIMENTAZIONE ASCENSORI**

Deve essere dimensionata in base ai dati del motore e deve essere protetta contro le sovraccorrenti da un idoneo interruttore magnetotermico.

Il dimensionamento viene normalmente effettuato considerando una corrente pari a 3 volte quella nominale del servizio continuativo; se i motori sono più di uno (alimentati dalla stessa condotta) si deve applicare un coefficiente di riduzione uguale a 1 per il secondo motore e uguale a 0,7 per i restanti motori.

I cavi di alimentazione posati nel vano corsa, devono essere contenuti in tubi o canali protettivi, mentre sia nel vano di corsa sia nel locale macchinario non devono essere posate condutture che non appartengono all'impianto ascensore.

L'interruttore generale fuori del locale macchinario, in posizione facilmente accessibile (es. piano terra), viene richiesto, per tutti gli impianti sottoposti al campo di applicazione del DPR 1497/63 (ossia per impianti progettati prima del 9 aprile 1991).

### **1.35.1.1 QUADRO DI COMANDO ASCENSORE**

Dev'essere installato nel locale macchinario e contenere: interruttori generali, magnetotermici e differenziali per forza motrice e servizi-luce.

Gli interruttori al servizio dei circuiti luce devono essere derivati a monte dell'interruttore generale di forza motrice. Tali interruttori devono alimentare e proteggere i seguenti circuiti separati:

- luce macchinario, vano corsa e relative prese;
- luce cabina e prese tetto cabina;
- altri circuiti ausiliari (ad esempio: arresto di emergenza, allarme, ecc.).

### **1.36.1.2 CAVI E CONDUTTURE PER ASCENSORI**

Con riferimento alla tabella CEI-UNEL 35024/1 e 35024/2 sulle portate dei cavi e assunto  $I_b = I_{eq}$  (ossia corrente di impiego uguale alla corrente termicamente equivalente) nelle tabelle E 1035/1 e E 1035/2 sono indicate le sezioni minime dei cavi in rame, isolati in PVC, da utilizzare per l'alimentazione degli ascensori rispettivamente elettrici ed oleodinamici e la corrente nominale massima dell'interruttore di protezione.

## **1.37.2 LUCE VANO CORSA**

Il circuito luce del vano corsa deve soddisfare le prescrizioni richieste dalla Norma UNI EN 81.1 e 81.2 per quanto riguarda sia le caratteristiche elettriche (illuminamento) sia le condizioni di installazione (ubicazione e distanza dal contrappeso).

La realizzazione di tale circuito, pur essendo di competenza dell'installatore elettrico, deve essere concordata con la ditta che realizza o ha in manutenzione l'impianto elevatore.

## **1.38.3 MESSA A TERRA DEDICATA**

L'impianto di terra dell'ascensore è spesso separato da quello dell'edificio a causa di un'esplicita richiesta della ditta che installa l'ascensore.

La separazione delle terre è contraria alla sicurezza elettrica.

Gli impianti di messa a terra dell'ascensore e dell'edificio devono essere uniti tra loro.

## **1.39 SCALE INTERNE**

E' opportuno prevedere per l'illuminazione di ogni scala un proprio circuito e punti luce con doppia accensione.

Si raccomanda inoltre di prevedere un comando luce scale:

- ad ogni ingresso del vano scale;
- in prossimità di ogni rampa di scale;



- a meno di 1 m da ogni porta ascensore;
- a meno di 2 m dall'ingresso di ogni aula o laboratorio, visibile dalla porta di ingresso;
- almeno ogni 6 m nei luoghi di passaggio, pianerottoli, corridoi di raccordo delle rampe di scale.

Il sistema di illuminazione potrà avvenire anche per mezzo del Sistema di Automazione dell'Edificio il quale se previsto provvederà ad attivare attraverso moduli intelligenti gli apparecchi di illuminazione, direttamente o attraverso contattori di adeguata portata.

La tipologia di comando dovrà consentire tutte le funzioni precedentemente descritte sia localmente sia dalla postazione centrale. Ogni modifica di funzionamento dei componenti installati, così come ogni "messa a punto" dell'impianto potrà così avvenire esclusivamente attraverso la riprogrammazione dei componenti senza richiedere modifiche di cablaggio.

L'impiego di componenti "intelligenti" dovrà garantire la realizzazione di controlli evoluti, quali il comando temporizzato, la regolazione continua, la segnalazione di malfunzionamenti dei dispositivi di illuminazione, l'ottimizzazione dei consumi consentendo inoltre di attuare un programma di risparmio energetico. Il sistema di gestione inoltre dovrà essere in grado di assicurare un livello di illuminamento costante in relazione all'incidenza dell'illuminazione esterna.

## **1.40 SCALE ESTERNE - VIE DI ESODO**

Per i componenti installati all'esterno il grado di protezione minimo raccomandato dalla Guida CEI 64-50 è IP43. In ogni caso il componente deve avere un grado di protezione adatto alle prevedibili condizioni ambientali del luogo (nebbia, ghiaccio, pioggia, ecc.).

Ai fini delle disposizioni antincendio si raccomanda inoltre la presenza di un sistema di illuminazione di sicurezza idoneo a segnalare le vie di esodo.

A tal proposito si segnala che le strutture scolastiche devono essere dotate di un'alimentazione di sicurezza fornita da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria (DM 26/08/92).

Dalla sorgente di sicurezza devono essere derivati i seguenti circuiti:

- illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lx su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano di calpestio;
- impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme.

## **1.41 PRESCRIZIONI PER DISABILI**

Gli edifici delle istituzioni prescolastiche e scolastiche, comprese le università, e delle altre istituzioni di interesse sociale nel settore della scuola devono assicurare la loro utilizzazione anche da parte di studenti non deambulanti o con difficoltà di deambulazione.

A tal fine i componenti elettrici di comando, segnalazione e comunicazione, necessari alle persone per la libera fruizione degli ambienti e delle attività in essi svolte, devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, posti ad altezza comprese tra i 40 e i 140 cm e protetti dal danneggiamento per l'urto, come richiesto dal D.M. 14/06/89 n°236.

### **1.42.1 ASCENSORI E SERVOSCALA**

Gli ascensori e i servoscala devono avere i requisiti della Legge 13/1989, del DM 14/06/1989 e del DPR n°24/07/96 n°503 (vedasi in proposito le disposizioni del presente Capitolato relative agli ascensori).

Si segnala inoltre che per servoscala si intende un'apparecchiatura costituita da un mezzo di carico opportunamente attrezzato per il trasporto di persone con ridotta o impedita capacità motoria, marciante su un lato di una scala o di un piano inclinato e che si sposta, azionato da un motore elettrico, nei due sensi di marcia vincolato a guida/e. I servoscala sono consentiti in alternativa ad ascensori e preferibilmente, per superare differenze di quota non superiori a 4 m.

## **1.43 IMPIANTO ACUSTICO DI ALLARME**

Nelle scuole di ogni ordine e grado dev'essere presente un sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni ed il personale in caso di pericolo; il suo comando dev'essere posto in un locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola.

La suddivisione delle scuole in funzione delle presenze contemporanee prevedibili (alunni + personale docente e non docente) è regolamentata dal Decreto Ministeriale del 26/08/98 .

Nelle scuole di tipo 0, 1, 2 il sistema di allarme può essere costituito dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per la scuola, purchè venga convenuto un particolare suono.

Per le scuole degli altri tipi deve essere previsto un impianto di altoparlanti. Qualora sia previsto il sistema Automazione dell'Edificio quest'ultimo dovrà riportare alla postazione centrale visualizzando in modo differenziato e segnalando in modo opportuno, tutte le segnalazioni disponibili relativamente allo stato dell'apparecchiatura e tutte le segnalazioni di allarmi. Il sistema di gestione si incaricherà inoltre di distribuire in tutti i luoghi ritenuti necessari le segnalazioni di cui sopra. Anche le funzioni di gestione automatico/manuale della centrale e/o degli apparecchi periferici e degli impianti elettrici verranno svolte dal sistema di Automazione dell'edificio.

### **1.44.1 ALTOPARLANTI**

La gamma dei suoni udibili è compresa nell'intervallo di frequenze:  $20 \div 20.000$  Hz.

I diffusori acustici (altoparlanti) operano, normalmente in una ben precisa porzione della gamma audio, tenendo altresì conto che i suoni riproducibili dal singolo altoparlante, variano in funzione della direzione di emissione considerata.

Le Tab. E834/1 ed E834/2, in base all'area da sonorizzare, alle altezze di installazione dei diffusori e al livello del rumore ambientale, permettono di individuare, con sufficiente precisione, il numero dei diffusori necessari per la potenza totale da installare.

Nel determinare il numero dei diffusori acustici, occorre anche tener conto del loro "angolo di dispersione" in modo tale che l'area sia completamente coperta e non presenti zone d'ombra. L'angolo di dispersione di un diffusore permette di determinare l'ampiezza del fronte al quale si può attribuire la stessa intensità sonora in rapporto alla distanza del punto di ascolto predeterminato.

### **1.45.1 CENTRALE DI RIVELAZIONE INCENDI – PANNELLI RIPETITORI**

La centrale di rivelazione incendi dovrà essere posta nelle immediate vicinanze dell'entrata e comunque in una zona permanentemente presidiata.

La centrale dovrà protetta da danneggiamenti meccanici e manomissioni, completa di pannello atto ad evidenziare nell'immediatezza lo status dell'impianto ed inoltre sarà dotata di alimentazione di emergenza ad intervento immediato ed automatico.

Alla centrale di controllo faranno capo sia i rivelatori automatici che i punti manuali di segnalazione, i cui segnali dovranno essere individuabili separatamente gli uni rispetto agli altri.

Ogni centrale di rivelazione incendi potrà inoltre dotata di eventuali pannelli ripetitori a distanza, secondo le esigenze della struttura, in grado di duplicare le funzioni di centrale da postazione remota. Tali ripetitori potranno ad esempio essere installati in corrispondenza degli altri piani dell'unità sorvegliata all'interno di locali ove sia prevista la presenza continua di personale.

In caso di allarme proveniente da uno dei punti collegati, il rivelatore/pulsante manuale allarmato dovrà essere visualizzato sia sulla Centrale che sugli eventuali pannelli ripetitori remoti; il personale potrà, entro un determinato tempo (impostabile), tacitare il segnale di allarme direttamente dal pannello ripetitore locale, controllare la presenza di effettivo allarme ed eventualmente riallarmare il sistema.

Dovrà poter essere effettuata una suddivisione in zone degli ambienti sorvegliati, onde facilitare la individuazione della fonte di pericolo: le operazioni di assegnazione di appartenenza di rivelatori alle zone assegnate, così come quelle di azione a seguito di allarme, potranno essere effettuate tramite programmazione da pannello della centrale.

Potrà inoltre essere effettuata, sempre tramite programmazione della centrale, una suddivisione in gruppi dei sensori e pulsanti collegati, così da consentire azioni differenti in funzione della provenienza dell'allarme.

La programmazione della centrale dovrà essere possibile soltanto da parte di personale autorizzato, in possesso della password di accesso.

## **1.45.2 RIVELATORI**

Potranno essere utilizzati rivelatori puntiformi di fumo e termovelocimetrici.

### *Rivelatori puntiformi di fumo*

Quali rivelatori puntiformi di fumo potranno essere impiegati dispositivi ottici, posizionati in modo da segnalare ogni tipo di incendio prevedibile nella zona

sorvegliata, fin dal suo stadio iniziale, in modo da evitare falsi allarmi secondo il prospetto IV UNI 9795.

Il numero dei rivelatori dovrà essere tale da non superare i valori  $A_{max}$  dell'area sorvegliata a pavimento di ciascun rivelatore, in funzione dell'altezza  $h$  del soffitto, della superficie in pianta  $S$  e dell'inclinazione del soffitto del locale sorvegliato, così come definite in Tab. 1.

Nella protezione dei locali, allo scopo di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario e/o impianto, o eventuale merce in deposito, dovrà trovarsi a meno di 0.5 mt. a fianco e al disotto di ogni rivelatore.

I rivelatori non dovranno essere installati in posizioni ove possano venire investiti direttamente dal flusso d'aria immesso da impianti di condizionamento, aerazione e ventilazione.

Nell'installazione dei rivelatori si terrà conto delle condizioni climatiche di ogni singolo locale, compreso la valutazione delle termie emesse dai macchinari in sito ed il soleggiamento/irraggiamento estivo, affinché la temperatura ambiente non venga mai a superare il valore limite di 50°C.

Nei locali con soffitto minore di mt. 3.00 dovranno essere disposti cartelli indicanti il divieto di fumare (ancorché si tratti di strutture ove tale divieto sussiste in modo permanente), affinché sia evitata l'entrata in funzione accidentale dei rivelatori di fumo.

Nei locali con soffitto (o copertura) a corrente o con travi in vista o elementi sporgenti i rivelatori saranno installati all'interno dei riquadri delimitati da detti elementi, oppure sulla faccia inferiore di questi ultimi, conformemente a quanto indicato in Figura 2 della Norma UNI 9795.

I rivelatori installati negli eventuali locali dotati di impianto di condizionamento e/o ventilazione dovranno essere uniformemente distribuiti a soffitto, con il rispetto di quanto segue:

- se l'aria è immessa tramite bocchette, i rivelatori saranno posti il più lontano possibile dalle bocchette stesse;
- se la ripresa d'aria è fatta tramite bocchette poste nella parte alta delle pareti in vicinanza del soffitto, i rivelatori saranno posti in modo che uno di essi si trovi in corrispondenza di ogni bocchetta di ripresa;
- se la ripresa d'aria è fatta tramite bocchette poste a soffitto, i rivelatori saranno distribuiti uniformemente a soffitto ma il più lontano possibile dalle bocchette stesse.

Per le intercapedini con altezza superiore a mt. 1, il calcolo dei rivelatori da installarsi è effettuato considerando l'intercapedine quale normale locale, i ribassamenti, i canali, le cortine, ecc. esistenti nella metà superiore di ciascuna intercapedine

sorvegliata saranno considerati come muri qualora la loro altezza sia maggiore di metà dell'altezza dell'intercapedine stessa.

Per i rivelatori non direttamente visibili, quali quelli posti sopra eventuali controsoffittature, dovrà essere prevista una segnalazione luminosa supplementare installata in posizione visibile, in modo che possa essere immediatamente individuato il punto da cui proviene l'eventuale allarme.

#### *Rivelatori puntiformi termovelocimetrici*

I rivelatori dovranno essere posizionati in modo da segnalare ogni tipo di incendio prevedibile nella zona sorvegliata, fin dal suo stadio iniziale, in modo da evitare falsi allarmi secondo il prospetto I UNI 9795.

Il numero dei rivelatori dovrà essere tale da non superare i valori  $A_{max}$  dell'area sorvegliata a pavimento di ciascun rivelatore, in funzione della superficie in pianta  $S$  e dell'inclinazione  $\alpha$  del soffitto del locale sorvegliato, così come definite in Tab. IV.

### **1.45.3 PULSANTI E ATTUATORI**

I pulsanti manuali di segnalazione dovranno essere installati all'interno della zona sorvegliata lungo le vie d'esodo nelle immediate vicinanze delle uscite a distanze non superiori ai 40m e ad un'altezza compresa tra 1m e 1.4 m, e dovranno essere protetti contro l'azionamento accidentale e danni meccanici.

Qualora venga azionato uno dei punti di segnalazione, dovrà essere facilmente individuabile per mezzo di segnalazione luminosa dello stesso;

In corrispondenza di ciascun punto manuale di segnalazione dovranno essere riportate in modo chiaro e facilmente leggibile le istruzioni per l'uso.

Gli attuatori saranno essenzialmente costituiti da avvisatori ottico/acustici di allarme, nonché eventuali comandi di sblocco porte (ad esempio per porte REI in esecuzione normalmente aperte).

Quali avvisatori potranno essere utilizzati:

- campanelli;
- sirene elettroniche;
- pannelli ottici e/o ottico/acustici;
- indicatori luminosi;

- ronzatori.

## **1.46.1 CENTRALI DI CLIMATIZZAZIONE**

Le centrali di climatizzazione contengono uno o più condizionatori di tipo centralizzato dove l'aria viene sottoposta ad una serie di trattamenti per essere distribuita negli ambienti.

Negli impianti centralizzati di condizionamento aventi potenza superiore a 75 kW, i condizionatori, i gruppi frigoriferi devono essere installati in locali appositi, così come le centrali di trattamento aria superiori a 50.000 m<sup>3</sup>/h (portata volumetrica).

Devono inoltre essere osservate le seguenti prescrizioni:

- le strutture murarie della centrale e tutte le altre strutture (serramenti inclusi) di separazione dagli altri ambienti devono presentare una resistenza al fuoco uguale o superiore a REI 60;
- poiché i condizionatori delle centrali sono dotati di una serie di ventilatori, è necessario, per queste apparecchiature, predisporre un adeguato salvamotore da installare nel quadro di distribuzione secondario della corrispondente sezione d'impianto;
- ogni impianto deve essere dotato di un dispositivo di comando manuale, situato in un punto facilmente accessibile, per l'arresto dei ventilatori in caso di incendio;
- gli impianti a ricircolo d'aria, di potenzialità superiore a 20.000 m<sup>3</sup>/h, devono essere provvisti di dispositivi termostatici di arresto automatico dei ventilatori, ogni qual volta si manifesti un aumento anormale della temperatura nelle condotte. Quando la potenzialità della centrale di climatizzazione supera i 50.000 m<sup>3</sup>/h devono essere previsti dei rivelatori di fumo, che comandino l'arresto dei ventilatori.

### **1.46.1.1 VENTILATORI**

Le centrali di climatizzazione includono uno o più ventilatori, comandati da motori elettrici asincroni trifasi (4 o 6 poli) che raggiungono a volte potenze considerevoli.

Poiché il gruppo motoventilatore viene spesso fornito senza i necessari dispositivi di protezione è compito del progettista elettrico determinare:

- la tipologia, la sezione ed il percorso dei cavi di alimentazione;
- la tipologia delle apparecchiature di manovra e protezione del motore (interruttori automatici e relative protezioni magnetotermiche, contattori, ausiliari elettrici, ecc.).

### **1.46.1.2 MOTORI**

Fermo restando che il motore asincrono trifase della centrale di utilizzazione risulta, a tutti gli effetti un'apparecchiatura elettrica allacciata all'impianto e quindi un'utenza finale che, come tale esula dalle prescrizioni del presente Capitolato, viene in questa sede suggerito di optare per la scelta dei motori "ad alto rendimento" ossia quelli di fascia EFF1.

Nota: sono state fissate, in sede europea, tre classi di rendimento per i motori standard a gabbia di scoiattolo a 2 e a 4 poli con potenze comprese tra 1,1 e 90 kW.

La fascia di rendimento di ciascun motore deve essere indicata sulla targa del motore con un certo colore; in particolare il verde rappresenta la fascia di rendimento più elevata (EFF1), l'arancione la fascia intermedia (EFF2) e il rosso la fascia inferiore (EFF3). Per esempio, le differenze di rendimento ammesse tra motori a 4 poli vanno da 7,6 punti per i motori da 1,1 kW a 1,1 punto per i motori da 90 kW.

### **1.46.1.3 INVERTER**

La moderna tendenza nella realizzazione delle centrali di climatizzazione, prevede, per l'azionamento di motori e ventilatori, l'impiego di inverter che vengono normalmente integrati nel quadro a bordo macchina per potenze inferiori a 9 kW, installati separatamente per potenze superiori.

L'impiego degli inverter consente:

- di variare la portata dell'aria entro ampi limiti durante il funzionamento normale e di ridurla, se occorre, durante le ore notturne;
- di variare la portata con assorbimenti di potenza sensibilmente inferiori rispetto a quelli che si verificano con l'impiego di altri dispositivi quali serranda sulla mandata e dapo;



- di effettuare le operazioni di taratura con meno dispendio di tempo nel calcolo delle perdite di carico e della portata nel senso che esso può essere fatto con minor precisione;
- di effettuare le operazioni di taratura e/o modifica della portata senza dover sostituire le pulegge con tutto quello che questo comporta;
- di effettuare con maggior facilità modifiche all'impianto per variazione di esigenze, senza particolari problemi purché nei limiti consentiti dalle macchine installate.

L'inverter e più in generale il sistema di regolazione, deve essere scelto in funzione della capacità di sovraccarico necessaria. La sua scelta pertanto avviene di norma a valle della scelta del motore sulla base della velocità nominale del motore che va selezionata in modo che la capacità di carico continuativo del motore sull'intero campo delle velocità sia la più elevata possibile.

La potenza nominale del motore deve essere maggiore della potenza continuativa richiesta dalla macchina azionata. Inoltre, è necessario prendere in considerazione i seguenti fattori:

- la capacità di carico continuativo del motore controllato;
- la capacità di sovraccarico di breve durata del motore;
- la capacità di sovraccarico di picco del motore controllata.

La relazione tra la potenza del motore e la coppia è data dalla seguente formula empirica:

$$P = n \cdot T / 9550 \text{ kW}$$

dove:

$P$  = potenza (kW)

$n$  = velocità (giri/min)

$T$  = coppia (Nm)

$$9550 = 1000 \cdot 60 / (2 \cdot \pi).$$

La scelta dell'azionamento deve essere effettuata in funzione della potenza nominale del motore, consultando i cataloghi delle ditte costruttrici che forniscono tabelle di scelta e comparazione tra le caratteristiche del motore e quelle dell'azionamento.

## 1.47.8 COMPLESSO DI RIFASAMENTO

L'impianto dovrà essere dotato di un complesso di rifasamento che consenta di assorbire energia elettrica dalla rete di alimentazione con  $\cos\varphi$  inferiore a 0,9 (limite del fattore di potenza imposto dal provvedimento CIP).

Dovrà pertanto essere calcolato il fattore di potenza caratteristico del funzionamento dell'impianto in assenza di rifasamento, per poi definire:

- la potenza della batteria di condensatori da installare, in caso di assorbimento di energia con fattore di potenza costante;
- la taglia del complesso di rifasamento automatico da installare in caso di assorbimento di energia con fattore di potenza variabile. In questo caso il complesso dovrà essere in grado di inerire nel circuito la capacità necessaria a mantenere costante il fattore di potenza ed avere numero e taglia dei singoli gradini di inserzione tali da coprire le varie condizioni di funzionamento dell'impianto limitando i pendolamenti.

## **1.47.9 APPARECCHIATURE DI VENTILAZIONE**

Deve essere garantita un'adeguata ventilazione del locale cabina mediante un opportuno ricircolo dell'aria.

Qualora la ventilazione naturale risultasse insufficiente è necessario procedere all'installazione di uno o più ventilatori elicoidali (dotati di griglia esterna e contenitore per filtro) che immettono aria filtrata nella parte inferiore della cabina e favoriscono la fuoriuscita dell'aria calda attraverso griglie, anch'esse con filtro, collocate nella parte alta.

## **1.48 PROTEZIONE CONTRO I FULMINI**

Il DM 18/02/1975 del Ministero dei Lavori Pubblici indica le norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica.

In tale Decreto Ministeriale al punto 5.4.6 si prescrive che: "Tutti gli edifici dovranno essere muniti di impianto per la protezione dai fulmini"; detta protezione pertanto deve essere preventivamente valutata con l'applicazione delle procedure indicate dalle Norme CEI 81-10/1 (procedura semplificata) e CEI 81-4 (procedura completa).

### **Valutazione del rischio con procedura completa**

La valutazione del rischio con procedura completa, sempre consigliata dalla Norma CEI 81-10/1 in sostituzione di quella semplificata, consente, nella quasi totalità dei casi, l'adozione di misure di protezione contro i fulmini diverse dall'installazione di LPS (esterno ed interno), installazione che risulta quasi sempre onerosa e di difficile realizzazione.

Nella scelta di questa procedura di valutazione del rischio si consideri che le strutture commerciali risultano il più delle volte non ordinarie, sia per la presenza di impianti interni sensibili, sia per la difficoltà di garantire la protezione dalle tensioni di contatto e di passo all'esterno a causa della presenza di un numero di persone elevato o per un considerevole periodo di tempo su pavimentazioni non isolanti.

### **Valutazione del rischio con procedura semplificata**

Per poter utilizzare la procedura semplificata, le strutture devono essere ordinarie, con i parametri tipici definiti nell'art. G.2.3 della Norma CEI 81-10/1 (scuole, strutture di tipo C) e deve essere prevista la presenza di persone in numero elevato o per un elevato periodo di tempo, a meno di 5 m dalla struttura, nelle zone con resistività superficiale ( $\rho_s$ ) del suolo inferiore a  $5 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$  (vegetale, cemento).

## **1.48.1 LPS INTERNO**

La funzione di un LPS interno è quella di ridurre il rischio di scariche pericolose e sovratensioni da fulminazione indiretta e da fulminazione diretta attraverso collegamenti equipotenziali.

Questi collegamenti devono garantire due distinti regimi di equipotenzialità:

- tra LPS esterno e corpi metallici;
- tra LPS esterno e gli arrivi nella struttura dei corpi metallici (e degli impianti esterni).

I collegamenti equipotenziali devono essere realizzati diversamente a seconda che si abbia un LPS esterno isolato oppure no. I collegamenti equipotenziali sono costruiti da conduttori equipotenziali quando è possibile un collegamento diretto, limitatori di sovratensione quando non è possibile un collegamento diretto; in quest'ultimo caso, l'equipotenzialità si realizza al solo passaggio della corrente di fulmine nel limitatore di sovratensione.

## **1.49 COLLAUDI, PROVE E VERIFICHE PERIODICHE**

La consegna dei lavori deve avvenire nei termini dal Capitolato generale. Dopo la data di ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato, si dovrà procedere al collaudo degli impianti che potrà essere preceduto, su richiesta del Committente o della Ditta Appaltatrice, da una verifica provvisoria degli impianti. La verifica provvisoria è volta ad accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente e che siano state rispettate le norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

Qualora si proceda all'effettuazione della verifica provvisoria è opportuno eseguire i seguenti controlli:

- stato di isolamento dei circuiti;
- continuità elettrica dei circuiti;
- grado di isolamento e sezioni dei conduttori;
- efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti;
- efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto.
- verifica funzionale

## **1.50 COMANDO DI EMERGENZA**

La struttura sarà dotata di comando di emergenza per sezionare tutti i circuiti che possono causare pericolo, eccetto circuiti quali quelli dell'illuminazione di emergenza o delle pompe antincendio.

Il comando di emergenza dovrà essere realizzato mediante un dispositivo ad azione multipolare ed essere installato fuori dall'autorimessa, in posizione facilmente individuabile ed accessibile e dovrà essere protetto contro l'azionamento intempestivo: in particolare potrà ad esempio essere installato entro una custodia sotto vetro, da rompere in caso di necessità.

Quali dispositivi di comando di emergenza potranno essere impiegati:

- interruttori automatici;
- interruttori magnetotermici e differenziali o interruttori differenziali puri, predisposti o meno per lo sgancio di emergenza;
- interruttori di manovra;
- contattori con comando a distanza agente sul circuito di alimentazione.

Nei dispositivi comandati a distanza, l'apertura deve avvenire per diseccitazione delle bobine o con metodi che garantiscano lo stesso grado di sicurezza, secondo quanto richiesto dalla Norma CEI 64-8/5 art. 537.4.3.

## **1.51 SISTEMA BUS**

### **DESCRIZIONE E SCOPI DELLA PROPOSTA TECNICA**

Il sistema oggetto della presente proposta tecnica provvederà alle seguenti categorie funzionali:

- A. Aule
- B. Aree Comuni
- C. Servizi
- D. Antincendio
- E. Climatizzazione
- F. Postazioni di controllo e comando

Il dettaglio delle apparecchiature è riportato nel computo allegato (Allegato 1).

#### **A. Gestione Aule**

All'interno delle aule dovrà essere possibile effettuare il comando delle motorizzazioni e dei tendaggi da postazione centralizzata (pannello comandi). Tramite lo stesso pannello comandi dovrà essere gestita anche l'illuminazione dimmerizzata dell'aula, l'attivazione del video proiettore, dello schermo mobile e dell'impianto audio. Nello stesso pannello sarà anche previsto un comando speciale per scenari per il controllo simultaneo delle utenze. Il consenso all'accensione della luce nelle aule verrà dato da idoneo rivelatore di presenza intelligente, in grado di rilevare il valore di luminosità e regolare di conseguenza l'illuminazione in base al contributo di luce esterna.

#### **B. Aree Comuni**

Per il controllo delle aree comuni, un rivelatore di presenza intelligente rileverà il corretto valore di illuminamento per l'attivazione dei circuiti luce preposti. In specifiche fasce orarie, tale funzione potrà essere disabilitata da postazione centralizzata o da organo di supervisione portatile e in base al valore rilevato da un idoneo attuatore con controllo di corrente intelligente.

#### **C. Servizi**

Nei servizi sarà previsto il controllo dell'illuminazione tramite rivelatori di presenza intelligenti (uno per ambiente) e di eventuali perdite d'acqua con un opportuno rivelatore di allagamento in dialogo con la postazione mobile di supervisione.

#### **D. Antincendio**

Il controllo della rivelazione incendi sarà affidato ad opportuna centralina interfacciata al sistema di supervisione tramite opportuno gateway di collegamento universale, per il riporto a distanza delle segnalazioni.

### **G. Climatizzazione**

Tramite dispositivo mobile, o stazione centralizzata di controllo sarà possibile comandare l'attivazione e lo spegnimento dell'impianto di condizionamento.

### **G. Postazioni di Controllo e Comando**

Il controllo dell'intero impianto integrato, sarà reso possibile:

- Tramite una stazione di controllo di tipo touch screen ubicata in posizione centralizzata ed interconnessa a idonea rete di trasmissione dati.
- Tramite pannelli di controllo distribuiti in ogni aula
- Tramite Dispositivo mobile tipo iPhone o iPad.

## **DESCRIZIONE DEL SISTEMA - BUS EIB/ KNX**

La soluzione impiantistica adottata con il presente sistema di gestione e supervisione, consentirà la massima flessibilità di utilizzo e riconfigurabilità funzionale, a seguito di eventuali variazioni di destinazione d'uso ambientale o di specifiche di comando e attuazione. Sarà inoltre enormemente facilitato ogni eventuale futuro ampliamento grazie alle elevate caratteristiche di modularità del sistema in questione.

### **Caratteristiche generali**

Il sistema di supervisione ha le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- configurazione del sistema decentralizzata, e/o centralizzata
- ampia flessibilità che permette in caso di modifiche all'impianto di intervenire solo a livello di programma di configurazione
- elevata potenzialità in termini di funzioni d'impianto e di futura espansione,
- possibilità della raccolta e visualizzazione dei dati gestionali,
- bassissimo consumo dei componenti di sistema,
- alta affidabilità,
- riduzione rischio d'incendio.

Tutti i componenti del sistema (apparecchi di comando, rilevatori di stato, attuatori, utenze elettriche ecc.) dovranno essere connessi, direttamente o attraverso opportuni dispositivi, a mezzo di unico cavo ("bus") che percorre tutto l'impianto in qualsiasi topologia distributiva. I medesimi componenti dovranno avere la possibilità di essere connessi al sistema senza alcun ordine particolare e permettere futuri ampliamenti usando i diversi componenti compatibili.

Tutti i componenti del sistema comunicheranno tra loro usando il protocollo **standard europeo EIB.**

La trasmissione dei dati sarà in forma seriale, bilanciata in banda base, asincrona. La velocità di trasmissione **non dovrà essere minore di 9600 bps.**

## Struttura del sistema e posa dei cavi

La struttura del sistema sarà costituita dalle principali sezioni:

- linea dorsale espandibile **fino a 15 accoppiatori di area**, lo sviluppo della linea permesso dal sistema dovrà essere **almeno di 1000 m**,
- linea principale espandibile **fino a 15 accoppiatori di linea**, lo sviluppo della linea permesso dal sistema dovrà essere **almeno di 1000 m**,
- linee e segmenti contenenti **fino a 64** componenti di sistema, lunghezza totale del cavo **almeno 1000 m**.

Ciascuna linea bus (o segmento di essa) dovrà poter essere collegata in qualsiasi topologia distributiva: lineare, ad anello, a stella, ad albero o una loro qualsiasi combinazione.

Su ogni linea dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni limite:

- a) distanza Alimentatore - Dispositivo  $\leq 350$  m;
- b) distanza Dispositivo - Dispositivo  $\leq 700$  m.

La linea bus dovrà essere realizzata con cavo schermato a quattro conduttori twistati 2x2x0.8 mm in rame rigido. L'informazione verrà trasmessa su di una coppia simmetrica di conduttori. Ogni dispositivo raggiunto dal bus verrà informato attraverso la differenza di tensione che si manifesta tra i due conduttori, e sarà insensibile ad eventuali disturbi elettromagnetici esterni.

La linea di alimentazione a 230V c.a. per le utenze elettriche comandate dovrà essere portata esclusivamente a ridosso delle utenze stesse, senza coinvolgere nel cablaggio gli altri apparecchi di comando e/o controllo.

Il cavo di trasmissione dati dovrà avere caratteristiche tali da permettere senza alcun problema la posa accanto alla linea di alimentazione a 230Vc.a., negli stessi tubi o canalizzazioni.

## Tipologia dei dispositivi

Le categorie generali dei dispositivi facenti parte del sistema avranno le seguenti caratteristiche:

- dispositivi di sistema che supportano e svolgono tutte le operazioni base, in modo particolare accoppiatori che garantiscono la separazione galvanica e la funzione di filtro fra le linee e alimentatori che alimentano a bassissima tensione di sicurezza (SELV: 24Vc.c.) i diversi dispositivi del sistema,
- dispositivi dedicati all'applicazione che consentono il controllo dell'impianto. Il dispositivo strutturalmente sarà diviso in due moduli: modulo applicativo vero e proprio e l'accoppiatore BCU che realizza la connessione al "bus", consentendo l'interscambio dei segnali tra il modulo applicativo e il resto del sistema,
- dispositivi di comunicazione RS 232 per la connessione al personal computer e/o ad altri sistemi

**- dispositivi d'ingresso:**

- digitali, modulari, 2/4/6/12/32 canali, tensione di segnale 230V c.a. o 24V c.a./c.c., grado di protezione IP20,

- digitali da incasso: a) in forma di interruttore singolo, doppio o quadruplo collegato con dispositivo di accoppiamento BCU,

- interfaccia per i pulsanti e gli interruttori serie civile, 4 canali, IP20,

- digitali, non modulari, 4 canali, incorporabili, tensione di segnale 230V c.a. o 24V c.a./c.c., grado di protezione IP20,

- analogico, non modulare, 4 canali, per segnali in corrente 4-20mA, 0-20 mA e in tensione 0-10V,

- analogico, modulare, 4 canali, per segnali in corrente 0/4-20mA e in tensione 0-1/5/10V,

#### **- dispositivi di uscita:**

- digitali, modulari, 4/2/6/8 canali, tensione di apertura 230V c.a.; potere di apertura 2/4/6x6A cosfi=1 o 2/4/8x16A cosfi=1 8x4A cosfi=1, grado di protezione IP 20.

- digitali, non modulari, 1 o 2 canali, incorporabili, tensione di apertura 230V c.a.; potere di apertura 1(2)x10A cosfi=0,6,

- digitali da incasso su scatola rotonda da 60 mm di diametro ad 1 uscita da 1300 W / 700 VA

- digitali modulari 32 uscite a transistors (80 mA per canale), carico massimo totale 2,8 A, grado di protezione IP 20

- analogici 2 canali con uscita 0/4 – 20 mA su 500 ohm massimi; 0/1/5/ - 10 Vcc su 1 kOhm minimi,

- regolatori, modulari/non modulari, 1/2 canali, incorporabili, tensione di apertura 230V c.a.; potere di apertura 10A cosfi=0,6, circuito di comando 0-10V,

#### **- dispositivi speciali:**

- display alfanumerici per la visualizzazione di informazioni operative organizzate in 50 pagine LCD di 8 righe con 16 caratteri ciascuna, grado di protezione IP20, con possibilità di comando centralizzato delle utenze;

- orologio programmatore settimanale/annuale, modulare, 2/4 canali, , riserva di carica per l'orologio deve essere fino a 1 anno, possibilità di sincronizzazione con il segnale radio DCF77, grado di protezione IP20,

- sensore crepuscolare, modulare, 1/2/3 canali, IP20, con foto cellula per montaggio esterno,;possibilità di fissare il valore della luminosità ambientale ad un livello prestabilito in sincronismo con la luminosità esterna; grado di protezione IP54,



-lettori di tessere magnetiche per controllo accessi con la possibilità di gestire fino a 10 livelli di priorità, ciascun livello dovrà gestire l'accesso in fasce orarie programmabili, grado di protezione IP20. I lettori dovranno essere forniti di software per la gestione del controllo accessi.

-lettori di i-button per controllo accessi con la possibilità di gestire fino a 10 livelli di priorità, ciascun livello dovrà gestire l'accesso in fasce orarie programmabili, grado di protezione IP20. I lettori dovranno essere forniti di software per la gestione del controllo accessi.

L'installazione dei dispositivi dovrà essere in funzione degli apparecchi stessi: da incasso, a parete e/o su profilato DIN normalizzato. In modo particolare il profilato dovrà poter essere attrezzato in modo da evitare il cablaggio del bus tra i dispositivi sullo stesso profilato

### **Software per la programmazione e la configurazione**

La progettazione, la configurazione del sistema, la messa in servizio ed il check dell'impianto bus, dovranno essere eseguiti con il **software normalizzato a livello europeo ETS**.

Ciascun dispositivo sarà caratterizzato da un indirizzo fisico e da uno o più indirizzi di gruppo.

Il primo, costituito dalle tre cifre rappresentative rispettivamente del settore, della linea appartenente a quel settore, e del numero del dispositivo sulla linea stessa, sarà il nome con cui univocamente esso verrà contraddistinto nel sistema.

Il/i secondo/i, indipendentemente dalla linea di cui il dispositivo stesso fa parte, costituirà/costituiranno il riferimento logico con cui correlare funzionalmente uno o più dispositivi all'interno dell'applicazione in oggetto.

Modificando via software gli indirizzi di gruppo, si dovranno poter variare le funzioni degli impianti, agendo esclusivamente sugli abbinamenti e senza apportare alcun sostanziale cambiamento al cablaggio.

Lo scambio di informazioni tra i dispositivi avverrà mediante pacchetti dati a standard EIBA definiti "telegrammi", contenenti indirizzi fisici ed indirizzi di gruppo impartiti in fase di progetto.

### **Software per la visualizzazione ed il controllo**

Il software per la visualizzazione e il controllo dell'impianto dovrà essere composto da un modulo base e da una serie di moduli aggiuntivi. Il collegamento fra PC ed impianto avverrà attraverso lo stesso terminale RS 232 utilizzato per la progettazione e la configurazione.

Gli apparecchi per i quali si richiede il monitoraggio dovranno essere disposti, in forma di simboli, sulla planimetria dell'edificio.

Sarà possibile controllare eventi e orari, ricevere e inviare messaggi attraverso il bus, mostrare lo stato corrente relativo agli elementi inseriti e agli allarmi.

I moduli aggiuntivi devono avere le seguenti funzioni:

- Orologio annuale con il comando di utenze con diverse combinazioni di data/orario;
- Orologio settimanale: con il comando di utenze con diverse combinazioni di data/orario
- Scenario luminoso con la possibilità di memorizzare fino al 10 indirizzi diversi;
- Possibilità di collegamento di moduli logici ad 8 ingressi digitali e 1 uscita ed utilizzo degli operatori AND, OR, XOR, IN = OUT;
- Possibilità di passaggio tra le varie pagine grafiche anche in automatico (salto pagina);
- Possibilità di stampa degli stati dei dispositivi programmati;
- Possibilità di visualizzazione e di segnalazione acustica di eventuali guasti;
- Possibilità di inserimento di schermate grafiche planimetriche personalizzabili.

### **Normative e standard**

Tutti i prodotti utilizzati nel sistema di supervisione dovranno essere realizzati in conformità alle norme ISO 9001, in conformità allo standard europeo EIB e alle normative europee riguardanti i sistemi (IEC 364, 65, 189, 1024), la compatibilità elettromagnetica irradiata e condotta (IEC 801 e raccomandazioni, CISPR 14, 22), la sicurezza elettrica e funzionale (IEC 742, 529, 68, 423, 614, 664-1, 670, 721, 884), l'affidabilità (IEC 950).

## **1.52 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **Generalità**

Sulla copertura dell'edificio è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 11kW, costituito da 37 moduli in silicio monocristallino della taglia nominale di 300Wp.

### **Dimensionamento dell'impianto**

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;

- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti

L'impianto è stato dimensionato ai fini del rispetto della dotazione minima prescritta all'Art. 11, D.lgs. 28/11 che definisce l'obbligo di installare, nel caso del tipo di intervento edilizio in progetto, impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di potenza elettrica pari a:

$$P = 1/K \cdot S \text{ [kW]}$$

dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, espressa in m<sup>2</sup> e K è un coefficiente, espresso in m<sup>2</sup>/kW, che assume il valore di 50.

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza massima pari a:

$$P = 11 \text{ kW}$$

### Caratteristiche modulo fotovoltaico

I moduli fotovoltaici hanno le seguenti caratteristiche:

<i>Larghezza modulo fotovoltaico</i>	<i>992 mm</i>
<i>Lunghezza modulo fotovoltaico</i>	<i>1666 mm</i>
<i>Peso modulo fotovoltaico</i>	<i>19,5 kg</i>
<i>Potenza nominale <math>P_{max}</math></i>	<i>300 W<sub>p</sub></i>
<i>Tensione nominale a <math>P_{max}</math></i>	<i>32,28 V</i>
<i>Corrente nominale a <math>P_{max}</math></i>	<i>9,29 A</i>
<i>Tensione a vuoto</i>	<i>38,23 V</i>
<i>Corrente di cortocircuito</i>	<i>9,69 A</i>
<i>Coefficiente di temperatura</i>	<i>-0,107 V/°C</i>

Ipotizzando temperature minima e massima dei pannelli di -10°C e +70°C e tenendo conto che la temperatura relativa alle condizioni di prova standard è di 25°C, si calcola la variazione della tensione di un modulo fotovoltaico, rispetto alle condizioni standard:

- *Tensione a vuoto massima*                       $38,23V + 0,107V/^{\circ}C (25+10) ^{\circ}C = 41,97V$
- *Tensione MPP minima*                         $32,28V + 0,107V/^{\circ}C (25-70) ^{\circ}C = 27,46V$
- *Tensione MPP massima*                        $32,28V + 0,107V/^{\circ}C (25+10) ^{\circ}C = 36,02V$

Ai fini della sicurezza ed in modo cautelativo, si assume per la scelta dei componenti dell'impianto il valore maggiore tra la tensione a vuoto massima ed il 120% della tensione a vuoto moduli.

Nel caso specifico la tensione di riferimento risulta essere pari a  $1,2 \times 38,23V = 45,88V$ , poiché maggiore di 41,97V.

## Architettura dell'impianto fotovoltaico lato corrente continua

Il progetto prevede la formazione di un campo solare composto da 4 stringhe, 3 costituite da 9 moduli e una da 10, per un totale di potenza installata di 11 kW. L'architettura di impianto prevede l'installazione di un quadro di campo, al quale confluiranno le 4 stringhe.

La linea in corrente continua in uscita dal quadro di campo arriva ad 1 inverter trifase della taglia pari a 12.5 kW di potenza massima in uscita lato AC, dotato di numero 2 MPPT indipendenti.

L'inverter ha le seguenti caratteristiche:

<i>Tensione massima di funzionamento lato c.c.</i>	<i>430V</i>
<i>Tensione minima di funzionamento lato c.c.</i>	<i>200V</i>
<i>Tensione massima lato c.c.</i>	<i>1000V</i>
<i>Potenza massima in uscita lato c.a.</i>	<i>12.500 W</i>
<i>Corrente di cortocircuito massima</i>	<i>35A</i>
<i>Frequenza nominale</i>	<i>50 Hz</i>

Il quadro di campo è realizzato in cassetta con idoneo grado di protezione per installazione in ambiente esterno, completa di fusibili per la protezione delle singole stringhe e dei dispositivi per la protezione dai fulmini e dal pericolo di archi elettrici. Dal piano copertura, mediante cavo trifase con guaina di protezione, si raggiunge il piano primo dove verrà installato il quadro di parallelo con la rete dell'impianto fotovoltaico.

## Dimensionamento cavi

I moduli fotovoltaici sono collegati tra loro in serie attraverso l'impiego di cavi solari tipo H1Z2Z2-K delle seguenti caratteristiche:

- Sezione 4 mmq
- Tensione nominale 600/1000V ca –  
1500V cc
- Temperatura minima e massima di esercizio -40 +120 °C
- Temperatura di picco 250 °C
- Tensione di prova 5kV
- Portata in aria libera a 60 °C 55A
- Coefficiente di correzione della portata a 70 °C 0.91
- Temperatura massima del cavo in sovraccarico 120 °C

La portata  $I_z$  dei cavi solari nella condizione di posa in tubo in fascio alla temperatura di funzionamento di 70 °C risulta pari a:

$$I_z = 0.57 \times 0.9 \times 0.91 \times 55 = 26A$$

Dove 0.9 rappresenta il fattore correttivo per posa in tubo o in canale dei cavi solari, mentre 0.57 il fattore correttivo per la posa in fascio da 6 circuiti.

La portata risulta essere maggiore della corrente di cortocircuito massima della stringa:

$$I_z > 1.25 \times 9,69A = 12,11A$$

Le cornici dei pannelli sono collegate a terra con un cavo FG17 gialloverde da 4 mmq.

Il collegamento tra l'inverter e il QFTV è effettuato in cavo multipolare tipo FG16OM16 di formazione 5G16. Infine dal QFTV è derivato il cavo tipo FG16OM16 di formazione 5G16 che viene attestato sul QG ubicato nell'ufficio al piano terra.

### **Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico**

Ai fini del posizionamento delle protezioni lato corrente alternata, si applicano le prescrizioni della Norma CEI 0-21 poiché, conformemente a quanto prescritto dalla Norma CEI 0-16, si tratta di utenza con potenza complessiva dei gruppi di produzione inferiore a 30kW e che non supera il 30% della potenza disponibile per la connessione.

In corrispondenza del QFTV posizionato al piano primo è prevista l'installazione del dispositivo di interfaccia (DDI) asservito al Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) e il contatore per la misura dell'energia prodotta.