



COMUNE DI BOBBIO

committente:

COMUNE DI BOBBIO

progetto:

PNRR - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
COMPONENTE 1 - INVESTIMENTO 3.3: "PIANO DI
MESSA IN SICUREZZA DELL'EDILIZIA SCOLASTICA"
finanziamento Unione Europea - NEXT GENERATION

POLO SCOLASTICO ALTA VAL TREBBIA - LOTTO 01
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E MIGLIORAMENTO
SISMICO - EX SEMINARIO - CUP G33C2300004008

tavola:



EERT01

oggetto:

Relazione tecnica impianti elettrici e speciali

scala:

-

data:

aprile2023

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

INDICE

1. OGGETTO E SCOPO	3
2. IMPIANTI ELETTRICI DI NUOVA REALIZZAZIONE	6
2.1 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	6
2.2 IMPIANTI DI F.M.	6
2.3 IMPIANTI AUSILIARI	6
2.4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	6
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4. SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI DISTRIBUZIONE IN FUNZIONE DELLE ESIGENZE DEI FRUITORI	10
4.1 CONDIZIONI DI ESERCIZIO DELLA RETE ELETTRICA	10
4.2 LINEE ELETTRICHE.	10
4.3 QUADRI ELETTRICI	12
5. IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DELL' IMPIANTO MECCANICO	14
6. IMPIANTO DI MESSA A TERRA	14
7. IMPIANTO FOTOVOLTAICO	16
7.1 SITO DI INSTALLAZIONE	16
7.2 FATTORI MORFOLOGICI E AMBIENTALI	17
7.3 PROCEDURE DI CALCOLO	19
7.4 PARAMETRI DI PROGETTO	23
7.5 SCHEDE TECNICHE	24
7.6 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DEL FOTOVOLTAICO	25
8. ELEMENTI CONCERNENTI LA SICUREZZA	26
8.1 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	26
8.2 CERTIFICAZIONI DI QUALITÀ	26
8.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	27
8.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	28
8.5 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI E METODOLOGIE IMPIANTISTICHE CORRELATE	29
8.6 SGANCIO DI EMERGENZA E DISPOSITIVI DI ALLARME	32
8.7 IMPIANTO DI ALLARME INCENDI	32
9. DATI PROGETTUALI DI DIMENSIONAMENTO	33
9.1 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO ELETTRICO	33
9.2 DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE	33
9.3 DIMENSIONAMENTO DEI QUADRI ELETTRICI	39
9.4 RESISTENZA DI ISOLAMENTO	39
9.5 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	40
10. TIPOLOGIE DI INSTALLAZIONE TECNICA	41
10.1 QUADRI ELETTRICI	41
10.2 CANALIZZAZIONI E SUPPORTI PORTACAVI	42
10.3 CAVI E CONDUTTURE	44

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

<i>10.4</i>	<i>APPARECCHI DI COMANDO</i>	<i>45</i>
<i>10.5</i>	<i>PRESE A SPINA</i>	<i>46</i>
<i>10.6</i>	<i>APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE</i>	<i>46</i>
<i>10.7</i>	<i>DISTRIBUZIONE RETE DATI LOCALE (LAN)</i>	<i>48</i>
<i>10.8</i>	<i>IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA (EVAC)</i>	<i>50</i>
<i>10.9</i>	<i>SISTEMA DI GESTIONE ILLUMINAZIONE</i>	<i>51</i>

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

1. OGGETTO E SCOPO

Scopo della presente relazione tecnica è di stabilire i requisiti per l'esecuzione degli impianti elettrici, di rivelazione e allarme incendio, di cablaggio strutturato, di supervisione e segnalazioni varie nell'ambito degli interventi di efficientamento energetico e miglioramento sismico presso l'edificio "Ex Seminario" del Polo Scolastico Alta Val Trebbia nelo comune di Bobbio (PC).

Il progetto esecutivo individua tutto ciò che concerne la concezione del sistema impiantistico, i dati progettuali, gli standard qualitativi delle apparecchiature e tutto quello che concerne i percorsi di tubazioni, condotti e canalizzazioni, nonché l'ubicazione delle apparecchiature stesse.

Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, sono state adottate sia nel rispetto delle normative vigenti sia a seguito della necessità di collocare le componenti d'impianto in modo da rispettare la realtà architettonica e strutturale dell'edificio. Inoltre esse sono concepite per garantire la massima funzionalità ed affidabilità.

Nel progetto sono state altresì seguite quelle prescrizioni tecniche e richieste espresse dal committente affinché gli standard qualitativi e le esigenze logistiche del committente stesso fossero interamente recepite.

Gli impianti interessati all'intervento e quindi definiti dalla presente relazione e dal capitolato tecnico allegato nonché riportati sulle tavole di progetto sono i seguenti:

- Realizzazione di nuovo punto di fornitura e dismissione di quello esistente;
- Realizzazione di nuovi quadri di piano, alimentati dal nuovo quadro generale:
 - o Quadro elettrico piano terra (QE-PT) a servizio delle utenze al piano terra;
 - o Quadro elettrico piano primo (QE-P1) a servizio delle utenze al piano primo;
 - o Quadro elettrico utenze meccaniche (QE-LT) installato all'interno del locale tecnico a servizio degli impianti meccanici, per le alimentazioni delle utenze meccaniche;
 - o Quadro elettrico piano secondo (QE-P2) a servizio delle utenze al piano secondo e della palestra.
- Posa di nuove linee di alimentazione dei quadri di piano, mediante linee in cavo FG16OM16 posato in passerella portacavi di nuova installazione;
- impianti elettrici di illuminazione normale e di sicurezza;

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- distribuzione F.M. ed alimentazioni apparecchiature impianti tecnologici (termoidraulici, ventilazione, antincendio, sollevamenti, eccetera);
- impianto di allarme incendi e rivelazione;
- impianto controllo accensioni con sistema domotico composto da sensori di presenza e di luminosità tipo DALI nelle aree comuni quali corridoi, scale ed ingressi;
- impianto trasmissione dati e fonia (rete LAN);
- impianto diffusione sonora generale (per ordini di evacuazione). L'esecuzione dell'impianto di diffusione sonora si rende necessaria in accordo a quanto indicato nel D.M. 26 agosto 1992 Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica (scuola di tipo 3: scuole con numero di presenze contemporanee da 501 a 800 persone). Si rende noto che la presente progettazione non riguarda la porzione di scuola secondaria di primo grado non oggetto di ristrutturazione in quanto tale progettazione verrà sviluppata durante il II° stralcio;
- predisposizione (posa tubo scatola) impianti antintrusione al piano terra e piano primo;

L'utilizzo dell'energia elettrica all'interno dell'edificio ha determinato la necessità di progettare gli impianti elettrici secondo la seguente metodologia cronologica:

- determinazione dei dati progettuali;
- determinazione della potenza elettrica da distribuire;
- scelta delle tipologie di distribuzione e dei gradi di protezione richiesti;
- definizione e dimensionamento dei locali adibiti ad uso tecnologico;
- determinazione degli elementi concernenti la sicurezza;
- determinazione degli standard qualitativi minimi da garantire;
- determinazione delle tipologie di installazione tecnica ed architettonica;
- determinazione delle prestazioni minime delle apparecchiature;
- determinazione degli impianti speciali necessari alla gestione dell'edificio;
- scelta del controllo e comando ausiliari dell'impianto elettrico.

Nell'edificio trovano posto le seguenti tipologie di ambienti:

- locali tecnici;
- aree comuni, corridoi, scale, atri, eccetera;
- uffici;
- aule;
- laboratori;

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- aree esterne;
- ambienti destinati agli impianti tecnologici (locale pompe, centrale termica);
- servizi igienici.

Il fabbricato oggetto d'intervento è destinato ad uso scuola media ed è da considerarsi ambiente a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento ai sensi dell'art. 751.03.2 della norma CEI 64-8/7.

Eventuali ambienti con classe del compartimento antincendio superiore a 30 sono da considerarsi ambienti a maggior rischio d'incendio per la presenza di materiale combustibile ai sensi dell'art. 751.03.4 della norma CEI 64-8/7.

Il progetto è stato redatto in accordo a quanto riportato sulla Norma CEI 64-52 "Guida all'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici".

Nella cucina, nel quale viene utilizzato gas naturale si dimostra che, grazie alla ventilazione apportata dalle cappe ed all'installazione di un'elettrovalvola sul tubo di adduzione del gas la cui apertura è vincolata al funzionamento dei ventilatori, l'ambiente è da considerarsi ordinario ai sensi della norma CEI 31-35.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

2. IMPIANTI ELETTRICI DI NUOVA REALIZZAZIONE

Gli impianti da eseguire devono consentire il perfetto svolgimento delle attività didattiche e di sperimentazione previsti dal committente; in particolare le esigenze di alimentazione elettrica prevedono di distribuire la potenza per i seguenti impianti elettrici:

- potenza elettrica assorbita dagli impianti di illuminazione;
- potenza elettrica assorbita dagli impianti Forza Motrice (F.M.) e dagli impianti tecnologici;
- potenza elettrica assorbita dagli impianti ausiliari.

2.1 Impianti di illuminazione

- impianti elettrici di alimentazione normale;
- impianti elettrici di alimentazione di emergenza;
- alimentazione impianti di segnalazione di sicurezza.

2.2 Impianti di F.M.

- alimentazione impianti di distribuzione prese F.M. ed asservimenti in tutti gli ambienti;
- alimentazione impianti tecnologici vari;

2.3 Impianti ausiliari

- impianto di allarme incendio;
- impianto di rilevazione fumi manuale ed automatica mediante rivelatori di fumo e calore;
- armadi concentratori/distributori dati (LAN);
- impianto diffusione sonora (EVAC);
- sistema rete bus controllo illuminazione aree comuni;
- predisposizione impianto antintrusione (tubi e scatole vuote).

2.4 Impianto fotovoltaico

- Realizzazione impianto fotovoltaico avente potenza installata pari a 10,32kWp composto da n°24 pannelli fotovoltaici aventi potenza 430Wp/cad e da n°1 inverter con potenza 10kW trifase.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Ai fini del progetto si è fatto riferimento alle prescrizioni disposte o richiamate dalle seguenti Leggi e Decreti di carattere generale e successivi aggiornamenti ove e per quanto gli stessi siano applicabili:

D.Lgs. 09-04-2008	n. 81	“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.”
D.M.	26-08-92	“Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”;

Gli impianti elettrici e speciali dovranno essere conformi alle sotto elencate norme, disposizioni di legge e raccomandazioni, anche per quanto riguarda eventuali aspetti e particolari non trattati nella presente relazione tecnica.

Norme e raccomandazioni CEI ed in particolare:

- CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- CEI 0-21 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- CEI 17-113 “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione: regole generali” (CEI EN 60439-1);
- CEI 17-114 “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione: quadri elettrici di potenza” (CEI EN 60439-2);
- CEI 20-27 “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione;
- CEI 20-40 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-67 “Guida per l’uso dei cavi 0,6/1 kV”;
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua”;

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- CEI 64-12 “Guida all’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”;
- CEI 64-52 “Guida all’esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici”;
- CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- CEI 81-8 “Guida d’applicazione all’utilizzo dei limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione”;
- CEI 81-10/1: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" (CEI EN 62305-1);
- CEI 81-10/2: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio" (CEI EN 62305-2);
- CEI 81-10/3: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita" (CEI EN 62305-3);";
- CEI 81-10/4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture" (CEI EN 62305-4).
- CEI 82-25: “Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione”;
- norme di prodotto per i singoli componenti;
- “Guida alle connessioni BT di Enel Distribuzione.

Norme UNI e tabelle UNEL ed in particolare:

- UNI 10819 “Impianti di illuminazione esterna, requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- UNI EN 12464-1 “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni”;
- UNI EN 1838 “Illuminazione di emergenza”;
- CEI UNEL 35024/1 “Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa in aria”;

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- CEI UNEL 35026 “Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa interrata”;
- UNEL 35023-70 “Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione”.

Legge 01-03-68 n. 186 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”;

D.M. 22-01-08 n. 37 “Regolamento (...) recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”;

DM 14.01.2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni

- Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali, arredi e impianti – Protezione Civile, 2009;
- Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità dell'impiantistica antincendio – Ministero dell'Interno, 2011;
- Prescrizioni della Società distributrice dell'energia elettrica;
- Prescrizioni dell'A.S.L.
- Prescrizioni dei Vigili del Fuoco
- Prescrizioni e indicazioni della TELECOM

Per l'applicazione delle norme sopraelencate si sono utilizzati i fascicoli delle edizioni ed eventuali varianti in vigore alla data di emissione del presente progetto. In corso d'opera si dovrà tenere in debita considerazione l'emissione di nuove norme o varianti.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

4. SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI DISTRIBUZIONE IN FUNZIONE DELLE ESIGENZE DEI FRUITORI

4.1 Condizioni di esercizio della rete elettrica

4.1.1 Rete di distribuzione in BT

La rete di distribuzione in bassa tensione avrà origine dal punto di consegna cliente e contatori ENEL.

Si prevede un sistema di distribuzione tipo TT con tensione nominale di alimentazione pari a 400/230V (3F+N).

Dati generali per la distribuzione:

- Caduta di tensione massima sulle linee di alimentazione utenze (F.M. ed illuminazione): 4 % dal punto di consegna ente distributore.
- Sezione minima conduttori: 1,5 mm² per le derivazioni sui circuiti illuminazione; 2,5 mm² per le linee di FM; 1 mm² per segnali e misure.
- Grado di isolamento minimo conduttori: 450/750 V per conduttori posati entro tubazioni; 600/1000 V per conduttori posati entro canalizzazioni e posti a vista o in cunicolo.
- Grado di protezione minimo della distribuzione elettrica in tutti gli ambienti: IP3X.
- Grado di protezione minimo della distribuzione nei locali tecnologici: IP55.
- Grado di protezione minimo per l'esterno: IP55.
- Separazione circuiti richiesta: tra potenza e speciali con canale distinte.

4.2 Linee elettriche.

Le linee elettriche installate nell'impianto saranno di due tipi, a seconda del servizio a cui sono preposte, e precisamente linee elettriche di tipo "radiale" e di tipo "dorsale"

4.2.1 Linee elettriche radiali

Le linee elettriche radiali vengono derivate dai vari quadri a servizio dell'impianto, e sono destinate ad alimentare un unico carico (sia esso sottoquadro elettrico od utilizzatore diretto) che per l'alto coefficiente di utilizzazione risulta più economico asservire direttamente.

Parimenti possono essere di tipo radiale linee preferenziali che per motivi di sicurezza devono essere perfettamente intercettabili in caso di guasto.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Nell'impianto le linee radiali alimentano principalmente le seguenti tipologie di carichi:

- quadri di piano;
- quadri a servizio degli impianti meccanici;
- macchine dell'impianto di termoventilazione;
- utenze specifiche.

I conduttori facenti parte delle linee radiali sono stati previsti isolati con gomma sotto guaina in materiale termoplastico, a bassissima emissione di gas tossici, tipo FG16OM16.

4.2.2 Linee elettriche dorsali

Le linee elettriche radiali vengono derivate anch'esse dai vari quadri a servizio dell'impianto, ma sono destinate ad alimentare vari utilizzatori posti in derivazione lungo lo sviluppo della linea, a sorta di carico distribuito.

Generalmente si tratta di utilizzatori a basso coefficiente di utilizzazione per i quali pertanto risulta più economico adottare questa soluzione impiantistica.

Nell'impianto le linee dorsali alimentano generalmente le seguenti tipologie di carichi elettrici:

- prese a spina;
- impianti di illuminazione;
- asservimenti ed apparecchiature varie.

I conduttori facenti parte delle linee radiali sono stati previsti isolati con gomma sotto guaina in materiale termoplastico, a bassissima emissione di gas tossici, tipo FG16OM16 o FG17 per i circuiti terminali.

All'interno delle passerelle portacavi metalliche (acciaio zincato o cablofil in accordo a quanto indicato sulle tavole progettuali allegate) si potranno posare condutture esclusivamente di tipo a doppio isolamento FG16OM16, mentre cavi tipo FG17 sono previste solo in derivazione dalle scatole di distribuzione e/o smistamento localizzate nei singoli ambienti e quindi con posa all'interno di tubazioni rigide e/o flessibili in PVC pesante.

Tutta la distribuzione elettrica dovrà essere realizzata nel rispetto della sezione 751 della norma CEI 64-8/7 riguardante i "luoghi a maggior rischio in caso di incendio".

In particolare, tutti i cavi multipolari dovranno essere provvisti del conduttore di protezione ed essere protetti a monte da interruttore differenziale con I_{dn} almeno pari a 300 mA.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

4.3 Quadri elettrici

4.3.1 Quadro elettrico generale

Il nuovo quadro elettrico generale (QE-GEN) verrà installato al piano primo dove era installato il precedente quadro generale e dovrà alimentare, mediante linee realizzate in cavo FG16OM16 posate in passerella, le seguenti utenze:

- quadro elettrico piano terra QE-PT;
- quadro elettrico primo piano (QE-P1);
- quadro elettrico impianti meccanici (QE-LT);
- quadro elettrico piano secondo (QE-P2);

Nei quadri si trovano tutte le apparecchiature necessarie alle seguenti funzioni:

- misura e registrazione parametri elettrici istantanei di V, A, P, Q, S, Cosfi, kWh
- protezione e sezionamento delle linee elettriche in uscita;
- apparecchio di protezione contro le scariche atmosferiche (SPD di tipo II).

Le linee elettriche in uscita dai quadri aule/laboratori sono isolate con gomma sotto guaina in materiale termoplastico, a bassissima emissione di gas tossici, tipo FG16OM16 per i conduttori di neutro N e di protezione PE verranno adottate sezioni dimezzate rispetto ai conduttori di fase qualora superino la sezione di 16 mm².

4.3.2 Quadri elettrici di impianto e/o macchina

Il quadro elettrico destinato al funzionamento degli impianti meccanici (QE-LT) sarà installato in posizione idonea a ridosso della porta di accesso al locale dedicato ricavato al primo piano.

4.3.3 Note tecniche sui quadri previsti a progetto

Qui di seguito riportiamo le caratteristiche principali dei quadri elettrici previsti a progetto:

Dati generali quadri BT

Tensione di esercizio: 400/230 Vca; Tensione di esercizio ausiliari:	24-230 Vca
Grado minimo di protezione quadri posti all'interno:	IP30
Grado minimo di protezione quadri posti all'esterno:	IP55
Categoria di impiego teleruttori carichi induttivi:	AC3
Categoria di impiego teleruttori carichi resistivi:	AC1

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Categoria di impiego relè ausiliari:	AC11
Serrature portelle:	zone access. pubblico
Forma costruttiva / Potere di interruzione:	vedi schemi
Spessore minimo delle carpenterie:	15/10

Qui di seguito riportiamo le caratteristiche principali per tutti i quadri principali e dei quadri secondari più significativi previsti a progetto; per quanto riguarda le caratteristiche costruttive di tutti i quadri di progetto si rimanda comunque agli schemi esecutivi allegati.

Quadro generale (QE-GEN):

Forma costruttiva	2
Materiale	Resina per posa in esterno
Grado di protezione a portelle aperte	IP20
Grado di protezione a portelle chiuse	IP31
Potere di interruzione minimo	15 kA

Quadri di piano:

Forma costruttiva	2
Materiale	Acciaio verniciato a pavimento
Grado di protezione a portelle aperte	IP20
Grado di protezione a portelle chiuse	IP30
Potere di interruzione minimo	6 kA

Per verificare le caratteristiche tecniche di tutti i quadri secondari si rimanda agli schemi allegati di progetto.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

5. IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DELL' IMPIANTO MECCANICO

Gli impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici avranno origine dal quadro elettrico dedicato QE-LT.

All'interno del locale tecnico al piano primo tutto l'impianto sarà realizzato con grado di protezione minimo IP44.

Sono a carico dell'appaltatore elettrico:

- Linee di potenza realizzate in cavo FG16OM16 o FG16OH2M16 (in accordo a quanto richiesto dal costruttore dell'apparecchiatura);
- Linee BUS di controllo;
- Tutti i collegamenti di potenza e segnale alle singole apparecchiature.

6. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto sarà il TT.

La rete generale di terra esistente è unica per tutto il complesso e, pertanto, la nuova rete utenza sarà collegata alla rete di dispersione attuale, incrementandola con la posa di una corda di rame nudo all'interno degli scavi per le tubazioni interrato e alcuni dispersori a croce in acciaio zincato (5x5 cm x 2,5 m) collegati fra loro mediante la corda stessa.

In prossimità dei quadri piano terra (QE-PT), primo piano (QE-P1) e secondo piano (QE-P2) sarà installata una barra di rame, dimensioni indicative pari a 600x100x10 mm, quale collettore generale di terra del corpo di fabbrica.

Nei quadri di zona (classe II) verranno installati scaricatori di sovratensione e nei quadri dei laboratori/aule dovrà essere prevista la predisposizione per una futura installazione (classe II), per garantire la protezione delle numerose apparecchiature elettroniche.

L'intero impianto di protezione interno è costituito da cavi di terra di colore giallo-verde che corrono, lungo tutte le linee elettriche, seguendo lo stesso percorso, passando entro le stesse canalizzazioni e tubazioni, collegando lo stesso utilizzatore finale (se di classe I).

Le norme CEI 64-8 prevedono che l'anello di guasto per impianti TT possieda una resistenza complessiva, misurata dal punto più distante, di un valore sufficientemente basso da consentire un corretto coordinamento con le protezioni dai contatti indiretti adottate nell'impianto. Dal momento che l'impianto elettrico in oggetto è dotato di protezioni differenziali aventi una corrente massima di intervento pari ad 1A e considerando, come indicato dalle norme CEI 64-8, una tensione di contatto massima ammissibile sulle masse pari

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

a 50 Vca, per ottenere un corretto coordinamento l'anello di guasto verso terra, non dovrà presentare una resistenza superiore a 25 Ω ; valore notevolmente superiore a quanto emerge dai calcoli di progetto analizzando teoricamente la rete di terra prevista.

L'impianto di messa terra interno comprende anche i collegamenti equipotenziali principali e supplementari che vengono richiesti dalla norma CEI 64-8.

I collegamenti equipotenziali principali saranno realizzati alla base dell'edificio su tutte le tubazioni metalliche entranti, e sui principali ferri di armatura che sarà possibile collegare durante la realizzazione delle fondazioni.

I collegamenti equipotenziali supplementari sono richiesti dalla norma CEI 64-8 per le masse estranee presenti negli ambienti soggetti a prescrizioni specifiche, in particolare nei locali da bagno (con doccia). Oltre che nei locali docce, a progetto in ogni modo, si prescrive di realizzare dei collegamenti equipotenziali supplementari nelle tubazioni metalliche che entrano nei locali adibiti a servizi igienici e per tutte le tubazioni e canalizzazioni degli impianti tecnologici. Riguardo inoltre gli infissi metallici esterni si precisa che non si ritiene che essi costituiscano masse estranee (come definito dalle norme CEI 64-8) in quanto risulta improbabile il fatto che essi presentino una resistenza verso terra inferiore a 1000 Ω .

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

7. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1 SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

7.1.1 *Disponibilità della fonte solare: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale*

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349 - Località di riferimento: PIACENZA (PC)” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di BOBBIO (PC) avente latitudine 44°.7686 N, longitudine 9°.3878 E e altitudine di 272 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
3.80	8.70	12.50	15.60	21.20	24.40	23.90	19.10	15.30	8.40	5.10	4.20

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Piacenza

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

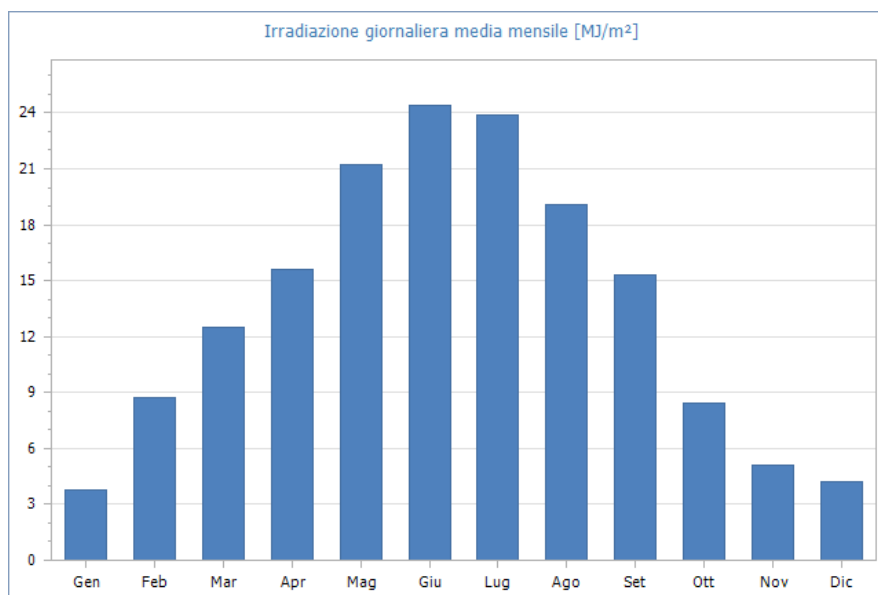


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Piacenza

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **4 941.70MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349 - Località di riferimento: PIACENZA (PC)/).

Non essendoci la disponibilità, per la località sede dell'impianto, di valori diretti si sono stimati gli stessi mediante la procedura della UNI 10349, ovvero, mediante media ponderata rispetto alla latitudine dei valori di irradiazione relativi a due località di riferimento scelte secondo i criteri della vicinanza e dell'appartenenza allo stesso versante geografico.

7.2 Fattori morfologici e ambientali

7.2.1 Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a 1.00.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Di seguito il diagramma solare per il comune di BOBBIO:

DIAGRAMMA SOLARE

Bobbio (PC) - Lat. 44°.7686 N - Long. 9°.3878 E - Alt. 272 m

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

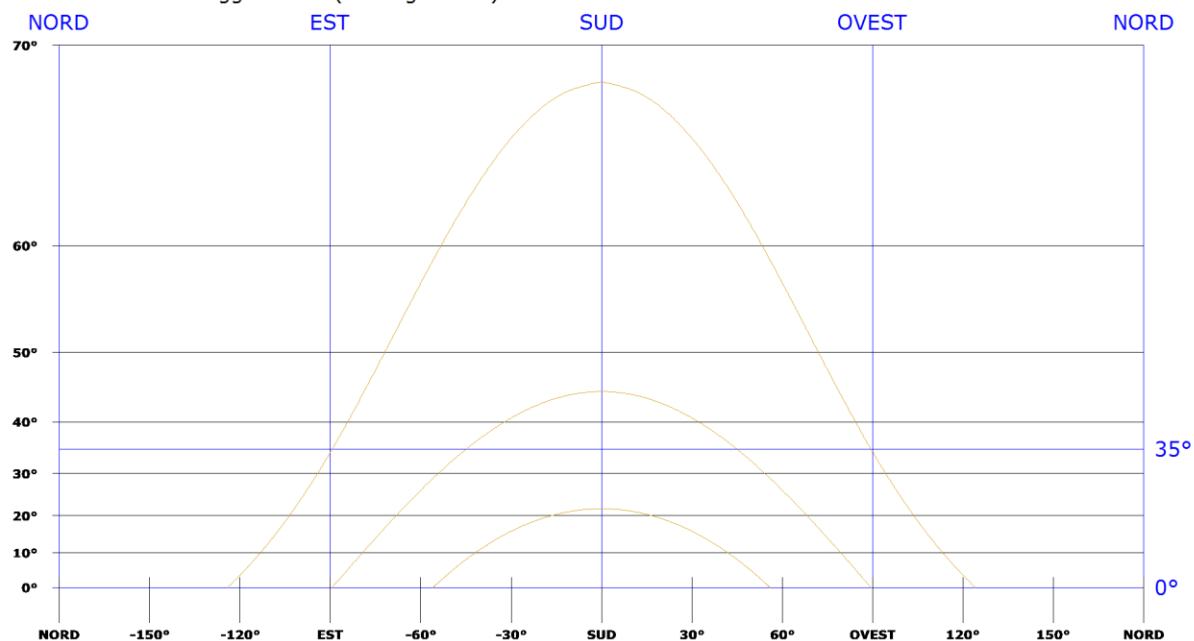


Fig. 2: Diagramma solare

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

7.2.2 *Albedo*

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'albedo medio annuo è pari a 0.20.

7.3 PROCEDURE DI CALCOLO

7.3.1 *Criterio generale di progetto*

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 e 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.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

7.3.2 Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

a	Perdite per riflessione.
b	Perdite per ombreggiamento.
c	Perdite per mismatching.
d	Perdite per effetto della temperatura.
e	Perdite nei circuiti in continua.
f	Perdite negli inverter.
g	Perdite nei circuiti in alternata.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

7.3.3 *Criterio di verifica elettrica*

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) e dei valori massimi di lavoro degli stessi ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ($V_{mppt\ min}$).

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla Tensione MPPT massima ($V_{mppt\ max}$).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

7.3.4 *Valutazioni Generali*

L'impianto è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Ha una potenza totale pari a 10.320 kW e una produzione di energia annua pari a 10 970.01 kWh (equivalente a 1 062.99 kWh/kW), derivante da 24 moduli che occupano una superficie di 52.46 m², ed è composto da 1 generatore.

7.3.5 Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
CAP Comune (Provincia)	BOBBIO (PC)
Latitudine	44° .7686 N
Longitudine	9° .3878 E
Altitudine	272 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	4 941.70 MJ/m²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	52.46 m²
Numero totale moduli	24
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	10 970.01 kWh
Potenza totale	10.320 kW
Potenza fase L1	3.440 kW
Potenza fase L2	3.440 kW
Potenza fase L3	3.440 kW
Energia per kW	1 062.99 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	74.97 %

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

7.3.6 Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **10 970.01 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

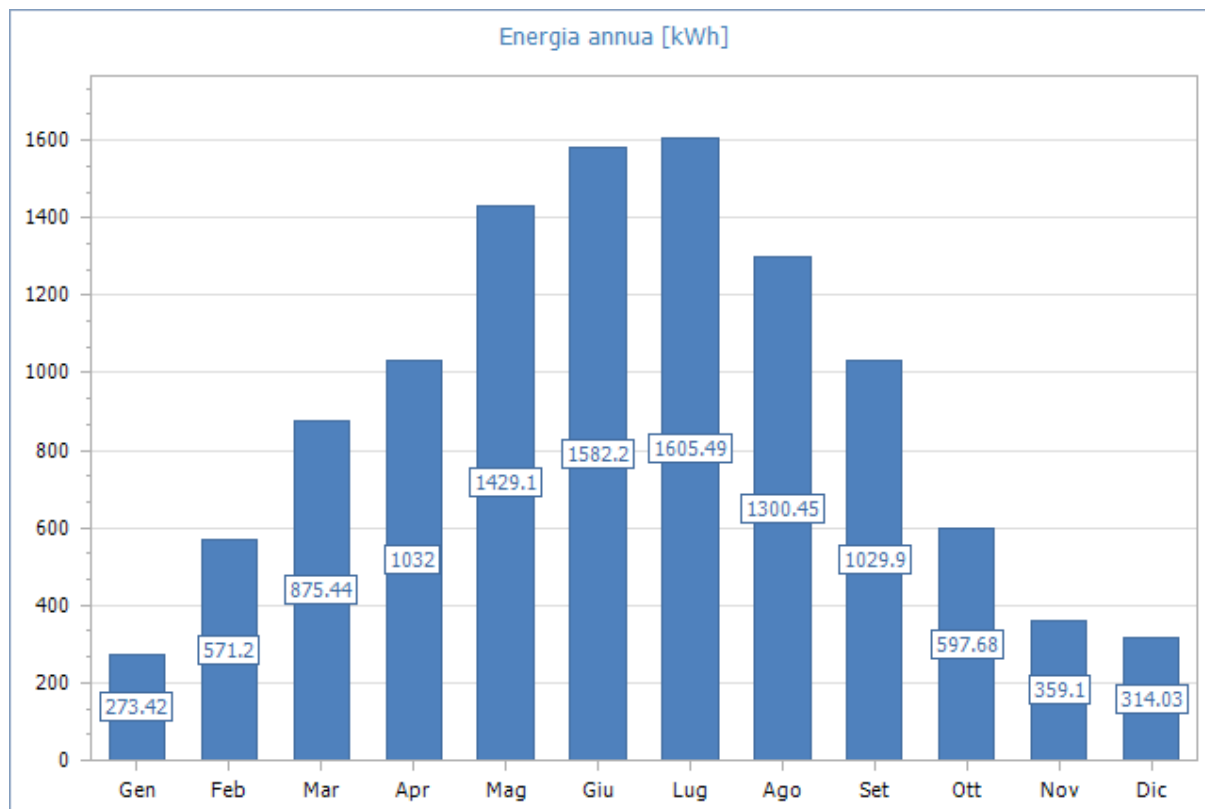


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

7.4 Parametri di progetto

Tensione di alimentazione:	400 V
Frequenza di alimentazione:	50 Hz
Sistema di distribuzione impianto utilizzatore:	TT
Corrente di corto circuito presunta alla consegna:	10 kA
Potenza di picco installata (fotovoltaico):	10 kWp
Potenza inverter:	n.1 x 10 kW

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

7.5 Schede Tecniche

SCHEDE TECNICHE MODULI

Moduli utilizzati

DATI GENERALI

Marca	Trina Solar Limited
Serie	TallMax TSM-DE17M(II) 430-450W
Modello	TallMax 430W
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	-

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	430.0 W
Im	10.67 A
Isc	11.22 A
Efficienza	19.70 %
Vm	40.30 V
Voc	48.70 V

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2600 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.040 %/°C
NOCT	41±3 °C
Vmax	1 500.00 V

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 102 mm
Larghezza	1 040 mm
Superficie	2.186 m ²
Spessore	35 mm
Peso	24.00 kg
Numero celle	144

NOTE

Note

7.6 Descrizione degli impianti elettrici a servizio del fotovoltaico

7.6.1 Generalità

L'impianto è nel Comune di Bobbio (PC).

Si tratta di un impianto fotovoltaico "a tetto", sul quale verranno installati un totale di 24 pannelli fotovoltaici monocristallini da 430 Wp per un totale di 10,32 kWp

7.6.2 Inverter

Gli inverter utilizzati sono comprensivi di protezione su lato continua (scaricatori) e sono omologati come sezionatori di manovra sul lato corrente continua. Per questo motivo le stringhe dei pannelli entrano direttamente nei box inverter.

Sono previsti n.1 inverter Trifase da 10 kW senza trasformatore.

Sul lato corrente alternata sono presenti idonee protezioni secondo le norme CEI in vigore.

Tutti i dispositivi scelti sono dimensionati in funzione della potenza del campo fotovoltaico e nel rispetto delle normative vigenti.

7.6.3 Pannelli

I pannelli saranno ancorati al tetto a mezzo di opportune zavorre con inclinazione pari a 5°.

Si tratta di pannelli da 430 Wp e certificati secondo la normativa CEI/IEC 61215.

Il generatore fotovoltaico è costituito in totale da 24 pannelli, per una potenza totale dell'impianto a tetto di 10,32 kWp.

8. ELEMENTI CONCERNENTI LA SICUREZZA

8.1 Sicurezza degli impianti elettrici

La sicurezza degli impianti elettrici è ottenuta ottemperando a tutte le prescrizioni contenute nelle norme CEI ed UNEL, nelle Leggi approvate.

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati, sono stati progettati in osservanza a quanto dettato dalla Legge 186/68 e D.M. 37/08. In particolare tutti i componenti e i materiali utilizzati per adeguare l'impianto saranno completi di Marcatura CE richiesto, o comunque certificati a catalogo dal costruttore (marchio IMQ).

8.2 Certificazioni di qualità

Secondo quanto previsto dalle Norme e Leggi vigenti tutti i materiali destinati alla costruzione degli impianti elettrici devono possedere una certificazione di qualità.

La certificazione di qualità è prevista con validità internazionale e rilasciata da opportuni enti certificatori nominati dalle singole nazioni.

Per il materiale certificato in Italia i marchi riconosciuti sono:

IMQ

CESI

Per il materiale certificato nei maggiori paesi Europei della CEE i marchi riconosciuti sono:

VDE e GS	Germania
UTE	Francia
BSI	Gran Bretagna
UNE	Spagna
CEBEC	Belgio
KEMA	Olanda
OVE	Austria
SEV	Svizzera
NEMKO	Norvegia
SEMKO	Svezia
DEMKO	Danimarca

Tutti i materiali utilizzati sull'impianto dovranno essere dotati di uno dei marchi riportati nell'elenco e della marcatura CE.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

8.3 Protezione contro i contatti diretti

Gli impianti saranno realizzati con le seguenti misure atte a proteggere le persone dai pericoli derivanti dal contatto con parti attive:

8.3.1 Protezione totale

Protezione mediante isolamento delle parti attive

Le parti attive saranno completamente isolate ; tale isolamento può essere rimosso solamente mediante distruzione dello stesso e resiste alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio.

Protezione mediante involucri o barriere

Gli involucri o le barriere assicureranno un grado di protezione IP XXB (il dito di prova non deve toccare parti in tensione); le superfici orizzontali superiori a portata di mano assicureranno il grado di protezione IP XXD (un filo di prova rigido del diametro di 1 mm non deve toccare parti in tensione).

8.3.2 Protezione parziale

Protezione mediante ostacoli

Potranno essere rimossi senza l'uso di chiave od attrezzo ma saranno fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale.

Gli ostacoli impediranno:

- l'avvicinamento non intenzionale a parti attive;
- il contatto non intenzionale con parti attive durante i lavori sotto tensione.
- Protezione mediante distanziamento
- Masse, a tensione diversa, che si possono toccare simultaneamente non risulteranno a portata di mano.
- Protezione addizionale mediante interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali con corrente differenziale $I_{dn} \leq 30\text{mA}$ saranno installati come protezione addizionale contro i contatti diretti, e saranno impiegati unitamente ad una delle suddette misure di protezione totale o parziale.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

8.4 Protezione contro i contatti indiretti

8.4.1 Protezione mediante interruzione automatica del circuito nei sistemi TT

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata con misure intese a proteggere le persone dai pericoli risultanti dal contatto di parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale

L'edificio e le sue dipendenze sedi dell'impianto elettrico possederanno un proprio impianto di terra conforme alle norme CEI 64/8 ed a tale impianto di terra saranno collegate tutte le masse estranee, previste nell'area dell'impianto elettrico stesso, suscettibili di introdurre il potenziale di terra.

Tutte le masse saranno collegate all'impianto di terra mediante apposito conduttore di protezione che sarà separato dal conduttore di neutro.

Tutte le prese a spina saranno munite del contatto di terra connesso al conduttore di protezione.

La protezione sarà coordinata in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito se la tensione di contatto assume valori pericolosi, e ciò sarà ottenuto mediante l'installazione di dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali di caratteristiche tali da avvalorare la seguente relazione :

$$R_a \times I_a \leq 50$$

dove:

R_a = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (in ohm);

I_a = corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (in ampere).

Se il dispositivo di protezione sarà costituito da un interruttore differenziale la I_a sarà la corrente nominale differenziale I_{dn} .

Se il dispositivo di protezione sarà costituito da un interruttore di protezione dalle sovracorrenti, esso sarà :

- un dispositivo con caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso la corrente I_a deve essere quella che ne provoca il funzionamento entro 5 secondi;

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- un dispositivo con caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo, ed in questo caso la I_a deve essere la corrente che ne provocalo scatto istantaneo.

8.4.2 Protezione mediante bassissima tensione funzionale (sistemi FELV)

Nel caso di sistemi FELV la protezione dai contatti indiretti sarà assicurata:

o dal collegamento delle masse al conduttore di protezione del circuito primario, a condizione che quest'ultimo sia soggetto ad una delle protezioni descritte nella sezione 413 delle norme CEI 64-8,

o dal collegamento di una parte attiva del circuito FELV al conduttore di protezione del circuito primario, a condizione che il circuito primario sia protetto mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

8.5 Classificazione degli ambienti e metodologie impiantistiche correlate

8.5.1 Definizione

La classificazione di un'area, con riferimento all'impianto elettrico, definisce un grado di maggiore o minore pericolosità determinata dalla presenza di una delle seguenti circostanze:

Ambienti ordinari

Ambienti umidi o bagnati

Ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Deposito o lavorazione di sostanze infiammabili o esplosive (superiori a certi limiti)

Ambienti con rischio di contatto accidentale con parti elettriche in tensione durante lo svolgimento delle normali mansioni.

8.5.2 Metodologia

Il metodo di classificazione consiste nel valutare ambiente per ambiente la presenza delle circostanze indicate nel precedente punto 4.1 e di classificarli in base al loro grado di pericolosità.

Le norme CEI indicano, a livello tecnico, le opportune prescrizioni per realizzare gli impianti elettrici con un opportuno grado di sicurezza al fine di limitare al massimo le cause di incidenti.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

8.5.3 Prescrizioni adottate

Nell'impianto in oggetto tutte le prescrizioni adottate saranno conformi a quanto richiesto dalle relative norme tecniche a cui le varie aree sono soggette; in particolare, come definito al capitolo 1, si identificano nei locali le seguenti zone a rischio elettrico specifico:

- Aree scolastiche e laboratori specifici
- Aree tecniche quali C.T. e sottocentrali
- Area servizi igienici.

Aree scolastiche

In considerazione della destinazione della struttura e della elevata presenza di studenti, le aree scolastiche vengono classificate, ai fini della sicurezza elettrica, come ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio" (CEI 64-8 parte 7 allegato A); pertanto l'ambiente verrà dotato degli accorgimenti prescritti dalla norma CEI 64-8 parte 7 per ridurre i rischi che l'impianto elettrico sia causa del sorgere e/o propagazione dell'incendio e saranno osservate le prescrizioni di cui alla norma CEI 64-8/7 paragrafi 751.04.1 e 751.04.02 con particolare attenzione alle seguenti osservazioni:

- i componenti elettrici saranno limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture le quali potranno anche transitare;
- tutti i componenti elettrici rispetteranno le seguenti prescrizioni:
- non potranno raggiungere temperature superficiali tali da potere innescare l'incendio dei materiali adiacenti.
- saranno collegati all'impianto in modo permanente e durante il funzionamento ordinario gli archi o le scintille non costituiscono pericolo per i materiali adiacenti.
- eventuali effetti di focalizzazione o di concentrazione di calore saranno scongiurati dal distanziamento degli oggetti
- i materiali degli involucri attorno ai componenti elettrici saranno in grado di sopportare le più elevate temperature possibili sui componenti stessi;
- gli apparecchi di illuminazione saranno mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati.
- nel sistema di vie di uscita non saranno installati apparecchi elettrici contenenti fluidi infiammabili;

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, saranno posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzi;
- le condutture elettriche che attraversano le vie di uscita di sicurezza non costituiranno ostacolo al deflusso.
- i conduttori dei circuiti in corrente alternata saranno disposti in modo da evitare pericoli derivanti dal riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, riscaldamento particolarmente presente quando si impiegano cavi unipolari;
- le condutture che attraverseranno questi ambienti, ma che non saranno destinate all'alimentazione elettrica al loro interno non dovranno avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi ambienti, a meno che le connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco come definita nelle relative norme di prodotto, per esempio soddisfino le prescrizioni per scatole da parete in accordo con la norma IEC 670.
- le condutture che alimentano o attraversano questi ambienti dovranno essere protette contro i sovraccarichi e cortocircuiti da dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti tra l'origine dei circuiti e gli stessi ambienti. Le condutture che hanno origine in questi ambienti dovranno essere protette contro i sovraccarichi e cortocircuiti da dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei relativi circuiti.
- la propagazione dell'incendio lungo le condutture sarà evitata mediante l'utilizzo di cavi a norme "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22)
- tutti i componenti dell'impianto saranno posti entro involucri che garantiranno un grado di protezione non inferiore ad IP2X
- gli interruttori generali di impianto, posti all'esterno dei locali in apposito vano protetto, saranno dotati di bobina di sgancio comandata da un pulsante in custodia rossa con vetro a rompere posto in posizione facilmente accessibile tramite un circuito a sicurezza positiva
- nelle vie di esodo saranno installate lampade ad alimentazione autonoma (mediante accumulatori locali) per l'illuminazione di emergenza in caso di mancanza dell'energia elettrica da parte dell'ente erogatore.

8.6 Sgancio di emergenza e dispositivi di allarme

Lo sgancio di emergenza per la messa fuori tensione dell'impianto sarà possibile mediante l'azionamento di alcuni pulsanti con le seguenti funzioni:

- intercettazione alimentazione nuovi corpi di fabbrica;

Per maggiori dettagli sulla dislocazione e sulla funzione dei pulsanti si rimanda alle tavole di progetto.

Tutti gli sganci saranno possibili a mezzo di pulsanti in custodia di colore rosso azionabili a mezzo di rottura del vetro frontale. L'azionamento di detti pulsanti provvederà al comando dell'apertura dei relativi dispositivi allacciati, al fine di porre in sicurezza l'intero impianto elettrico; il comando di apertura verrà attuato da opportune bobine azionate da un dispositivo a sicurezza positiva, con segnalazione luminosa dell'integrità del circuito.

Per quanto riguarda il corpo palestra, è previsto un sezionatore generale sotto vetro a frangere che intercetta la linea di alimentazione al quadro palestra.

8.7 Impianto di allarme incendi

Il sistema ha lo scopo di segnalare un principio di incendio nel minor tempo possibile. Il segnale di allarme viene trasmesso al piano mediante pannelli di allarme ottico-acustici

Il sistema risulta composto dai seguenti componenti:

- avvisatori manuali a pulsante;
- dispositivi ottici di segnalazione.

9. DATI PROGETTUALI DI DIMENSIONAMENTO

9.1 Dimensionamento impianto elettrico

L'impianto elettrico è stato dimensionato in funzione delle utenze da alimentare e quindi dai servizi da garantire all'interno degli ambienti.

In generale l'impianto viene dimensionato con una riserva del 30% circa, in quanto si suppone che nell'arco di 20 anni questo sia il minimo margine richiesto dall'evoluzione dei consumi energetici.

In generale i servizi da alimentare sono:

- Impianti di illuminazione
- Prese di Forza Motrice
- Impianti di climatizzazione
- Impianti e sistemi di sicurezza
- Impianti ausiliari (elettronici)

9.2 Dimensionamento delle linee elettriche

Secondo quanto indicato dalle norme CEI 64-8 per un corretto dimensionamento delle linee elettriche occorre attenersi alla seguente relazione:

$I_b < I_n < I_z \quad (1)$

dove:

I_b = Corrente di impiego (in Ampere)

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione a monte (in Ampere)

I_z = Portata massima del cavo in regime permanente nelle reali condizioni di posa (in Ampere)

Inoltre il dispositivo di protezione a monte deve possedere una caratteristica indicata in:

$I_f < 1,45 I_z \quad (2)$

dove:

I_f = Corrente di intervento del dispositivo di protezione a monte (automatico) entro 1 ora.

Le tipologie di interruttori che verranno installati presenteranno la caratteristica di avere $I_f=1,45I_n$ (dichiarato dal costruttore dell'apparecchio), pertanto operando una corretta scelta di I_n in base alla formula (1) si rispetterà automaticamente la formula (2).

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Gli interruttori inoltre, essendo influenzati dalla temperatura interna al quadro e dalla loro tipologia di montaggio sui pannelli, dovranno presentare le caratteristiche riportate nei diagrammi seguenti.

In particolare nella realizzazione dei quadri si utilizzeranno mediamente degli interruttori di caratteristica C, a temperatura ambiente media di 30° C, installati a contatto tra loro in file di almeno 4 apparecchi ciascuna; pertanto verranno considerati i seguenti fattori:

$$F_c = 1,13$$

$$F_{m1} = 0,85$$

$$F_{m2} = 0,80$$

Il fattore totale per cui andranno moltiplicate le correnti nominali degli interruttori al fine di ricavare la corrente di non funzionamento sarà:

$$Inf \leq F_c \cdot F_{m1} \cdot F_{m2} = 0,77 \quad (3)$$

Le tabelle A1 ed A2 che nel seguito vengono riportate elencano le portate in corrente dei cavi unipolari o multipolari rispettivamente con isolamento in PVC ed in Gomma G7, posati entro tubazioni alla temperatura di riferimento di 30° C. I valori nelle tabelle sono arrotondati per difetto a favore della sicurezza.

Tabella A1 (cavi con isolamento in PVC)

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Sez. cavo (mmq)	Num. cond. caricati	PORTATA (A)										
		Numero dei circuiti										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5	2	16,5	13	11,5	10,5	10	9,5	9	8,5	8,5	8	8
	3	15	12	10,5	10	9	8,5	8	8	7,5	7	7
2,5	2	23	18,5	16	15	14	13	12,5	12	11,5	11	11
	3	20	16	14	13	12	11,5	11	10,5	10	9,5	9,5
4	2	30	24	21	19,5	18	17	16	15,5	15	14,5	14
	3	27	22	19	17,5	16	15,5	14,5	14	13,5	13	12,5
6	2	38	30	27	25	23	22	21	20	19	18	18
	3	34	27	24	22	20	19,5	18,5	17,5	17	16,5	16
10	2	52	42	36	34	31	30	28	27	26	25	24
	3	46	37	32	30	28	26	25	24	23	22	22
16	2	69	55	48	45	41	39	37	36	35	33	32
	3	62	50	43	40	37	35	33	32	31	30	29
25	2	90	72	63	59	54	51	49	47	45	43	42
	3	80	64	56	52	48	46	43	42	40	38	38
35	2	111	89	78	72	67	63	60	58	56	53	52
	3	99	79	69	64	59	56	53	51	50	48	47
50	2	133	106	93	86	80	76	72	69	67	64	63
	3	118	94	83	77	71	67	64	61	59	57	55
70	2	168	134	118	109	101	96	91	87	84	81	79
	3	149	119	104	97	89	85	80	77	75	72	70
95	2	201	161	141	131	121	115	109	105	101	96	94
	3	179	143	125	116	107	102	97	93	90	86	84
120	2	232	186	162	151	139	132	125	121	116	111	109
	3	206	165	144	134	124	117	111	107	103	99	97
150	2	258	206	181	168	155	147	139	134	129	124	121
	3	225	180	158	146	135	128	122	117	113	108	106
185	2	294	235	206	191	176	168	159	153	147	141	138
	3	255	204	179	166	153	145	138	133	128	122	120
240	2	344	275	241	224	206	196	186	179	172	165	162
	3	297	238	208	193	178	169	160	154	149	143	140

Non vanno considerati nel numero il conduttore di protezione e il conduttore di neutro dei circuiti quadripolari sostanzialmente equilibrati.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Tabella A2 (cavi con isolamento in gomma G7)

Sez. cavo (mmq)	Num. cond. caricati	PORTATA (A)										
		Numero dei circuiti										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5	2	22	17,5	15,5	14,5	13	12,5	12	11,5	11	10,5	10,5
	3	19,5	15,5	13,5	12,5	11,5	11	10,5	10	10	9,5	9
2,5	2	30	24	21	19,5	18	17	16	15,5	15	14,5	14
	3	26	21	18	17	15,5	15	14	13,5	13	12,5	12
4	2	40	32	28	26	24	23	22	21	20	19	19
	3	35	28	25	23	21	20	19	18	17,5	17	16,5
6	2	51	41	36	33	31	29	28	27	26	24	24
	3	44	35	31	29	26	25	24	23	22	21	21
10	2	69	55	48	45	41	39	37	36	35	33	32
	3	60	48	42	39	36	34	32	31	30	29	28
16	2	91	73	64	59	55	52	49	47	46	44	43
	3	80	64	56	52	48	46	43	42	40	38	38
25	2	119	95	83	77	71	68	64	62	60	57	56
	3	105	84	74	68	63	60	57	55	53	50	49
35	2	146	117	102	95	88	83	79	76	73	70	69
	3	128	102	90	83	77	73	69	67	64	61	60
50	2	175	140	123	114	105	100	95	91	88	84	82
	3	154	123	108	100	92	88	83	80	77	74	72
70	2	221	177	155	144	133	126	119	115	111	106	104
	3	194	155	136	126	116	111	105	101	97	93	91
95	2	265	212	186	172	159	151	143	138	133	127	125
	3	233	186	163	151	140	133	126	121	117	112	110
120	2	305	244	214	198	183	174	165	159	153	146	143
	3	268	214	188	174	161	153	145	139	134	129	126
150	2	334	267	234	217	200	190	180	174	167	160	157
	3	300	240	210	195	180	171	162	156	150	144	141
185	2	384	307	269	250	230	219	207	200	192	184	180
	3	340	272	238	221	204	194	184	177	170	163	160
240	2	459	367	321	298	275	262	248	239	230	220	216
	3	398	318	279	259	239	227	215	207	199	191	187

Non vanno considerati nel numero il conduttore di protezione e il conduttore di neutro dei circuiti quadripolari sostanzialmente equilibrati.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Secondo quanto previsto in merito, dalle norme CEI 64-8, il dimensionamento delle condutture elettriche in funzione delle correnti di cortocircuito prevede di determinare primariamente le seguenti caratteristiche dell'impianto:

- Corrente presunta di Corto Circuito massima ($I_{cc \max}$) nel punto di consegna dell'energia da parte dell'ente distributore, per l'impianto in oggetto tale valore è stato stimato in 15 kA sui centralini consegna b.t..
- Corrente nominale di taratura del dispositivo di protezione a monte della linea da verificare se dimensionato in modo da avere potere di interruzione almeno uguale a quello previsto dall'ente di distribuzione nel punto di alimentazione.

Nell'impianto elettrico sarà necessario che i dispositivi di protezione contro i cortocircuiti siano dimensionati in funzione di:

- $I_{cc \max}$. (corrente di cortocircuito massima presunta nel punto di inserzione)
- $I_{cc \min}$ (corrente di cortocircuito minima che si può stabilire nel circuito guasto)

Il dimensionamento relativo alla $I_{cc \min}$ lo si ottiene guardando nelle tabelle fornite dal costruttore del dispositivo di protezione a quale valore la corrente di cortocircuito non riesce a fare intervenire più il meccanismo di scatto rapido dell'apparecchio.

Si ricorda comunque che se la conduttura è protetta da dispositivo termico e magnetico non serve eseguire (in riferimento alla norma CEI 64-8) la verifica per la minima corrente di corto circuito.

Le caratteristiche di intervento dei dispositivi di protezione variano in funzione della tipologia dell'interruttore automatico, in particolare la normativa tecnica prevede delle caratteristiche comuni per tutti i dispositivi di protezione fino a 63A, identificandole con delle lettere e precisamente:

Caratteristica B

Caratteristica C

Caratteristica K

La curva caratteristica di intervento dei dispositivi di protezione delle linee di alimentazione luce e F.M. dell'impianto in oggetto sarà quella denominata "C"; in casi particolari sono altresì stati utilizzate protezioni con curve diverse dalla curva "C" ad esempio per la protezione di circuiti con trasformatori ausiliari oppure per la protezione di circuiti elettronici.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Maggiori dettagli sono riportati sugli schemi allegati al progetto nonché sull'elaborato calcoli di dimensionamento cavi di distribuzione principale.

La Icc min è influenzata dalla linea collegata al dispositivo di protezione e precisamente da alcune sue caratteristiche dimensionali:

- Monofase o trifase
- Sezione
- Lunghezza

Conoscendo i seguenti valori:

- la corrente Icc minima che provvede a fare intervenire l'interruttore
- la sezione del cavo da allacciare in funzione della sua portata in corrente

si determina la lunghezza massima che il cavo può avere per quel dato interruttore a monte.

Per l'impianto in oggetto si sono determinati i valori, relativi agli interruttori fino 125A, secondo la seguente tabella:

(N.P. = non protetto per nessuna lunghezza - ∞ = protetto per qualsiasi lunghezza)

Lunghezza max protetta per Icc minima (Caratt. C)

	CALIBRO INTERRUTTORE (A)										
	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
Sezione 1,5	52	32	26	21	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Sezione 2,5	86	54	43	35	27	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Sezione 4	•	•	•	55	43	35	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Sezione 6	•	•	•	•	•	52	42	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Sezione 10	•	•	•	•	•	•	69	55	N.P.	N.P.	N.P.
Sezione 16	•	•	•	•	•	•	•	•	58	46	N.P.
Sezione 25	•	•	•	•	•	•	•	•	•	56	45
Sezione 35	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sezione 50	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sezione 70	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Tensione di alimentazione concatenata 400 V – Lunghezze in metri

Le linee elettriche dell'impianto in oggetto sono state quindi dimensionate in funzione dei parametri:

Potenza da trasportare (corrente di carico)

- Lunghezza
- Tipo di posa

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- Portata in regime permanente
- Caduta di tensione

Nel calcolo di dimensionamento sono stati considerati i seguenti parametri costanti:

- Tipo di posa tabella IEC: posa B o D
- Tipo di posa considerato secondo CEI 64/8: n°22
- Temperatura di riferimento: 30 gradi C°
- Numero medio di cavi o circuiti a contatto: da 3 a 4
- Tipo di isolante del cavo: XLPE/EPR
- Fattore di riduzione portata: 0,7 / 0,65 / 0,8 (in base al numero di cavi previsti nel cavidotto)

I risultati dei calcoli di dimensionamento cavi sono stati riportati in allegato al progetto (vedi elenco cavi e dimensionamento condutture).

9.3 Dimensionamento dei quadri elettrici

I quadri elettrici sono stati dimensionati in funzione dei carichi da essi gestiti, dalle potenze termiche dissipate, dalle condizioni ambientali e dalle disponibilità di spazio nel luogo di installazione.

Il dettaglio del dimensionamento di ciascun quadro è rilevabile dagli schemi unifilari e fronti quadro del fascicolo di progetto, a cui si rimanda interamente.

L'interruttore generale dei quadri è stato dimensionato in base alla potenza installata sul quadro (vedi elenco carichi e bilancio energetico).

9.4 Resistenza di isolamento

Secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8 per tutte le parti di impianto compreso fra due fusibili od interruttori successivi o poste a valle dell'ultimo interruttore o fusibile, la resistenza di isolamento verso terra e fra i conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non sarà inferiore a:

- 250.000 ohm per sistemi SELV o PELV;
- 500.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore od uguale a 500 V;
- 1.000.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 500 V.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

9.5 Dimensionamento impianto di illuminazione

Le caratteristiche di un buon impianto di illuminazione con luce artificiale sono dettate dalla norma UNI EN 12464-1. Si riportano di seguito i parametri assunti in progetto:

Tipo di locale	Illuminam. medio mantenuto (1) (lx)	Tonalità di colore (2) (K)	Indice di resa del colore (3) "Ra"	Indice unificato di abbagliam. Diretto (4) UGR_L	Limitazione abbagliam. indiretto per terminali video
- Aree di circolazione e corridoi	200	3300 -5300	80	25	No
- Scale	100	3300 -5300	80	25	No
- Aule	300	3300 -5300	80	19	Sì
- Laboratori informatica	500	3300 -5300	80	19	Sì
- Uffici	300	3300 -5300	80	25	Sì
- Servizi	100	3300 -5300	80	25	No
- Palestra	300	/	/	/	No

Note:

Nelle aree occupate continuamente, l'illuminamento mantenuto non può essere inferiore a 200 lx

La norma associa ai livelli di illuminamento la tonalità di colore più indicata affinché la sensazione visiva risulti "gradevole". Più basso è il valore più l'illuminamento tende alla luce gialla. Come riferimento si consideri che il colore della luce solare al tramonto è circa 3500-4000°K.

La norma associa alle varie attività svolte negli ambienti da illuminare e alle loro caratteristiche di finitura interna le proprietà di resa dei colori delle lampade in modo da incrementare il comfort visivo.

L'UGR è un numero il cui valore cresce con l'abbagliamento e dipende dalla luminanza dell'apparecchio di illuminazione e dello sfondo, nonché dalla posizione dell'apparecchio stesso rispetto all'osservatore. L'UGR_L indicato in tabella rappresenta il valore limite per ogni ambiente.

10. TIPOLOGIE DI INSTALLAZIONE TECNICA

I componenti dell'impianto elettrico che verranno utilizzati saranno generalmente installati secondo i criteri ordinari contemplati nelle norme CEI; tuttavia particolari condizioni impiantistiche hanno richiesto lo sviluppo di precise soluzioni progettuali, che hanno interessato le varie categorie di componenti, precisamente:

- quadri elettrici
- canalizzazioni e supporti portacavi - cavi e condutture
- apparecchi di comando
- prese a spina
- apparecchi di illuminazione
- distribuzione rete dati locale (LAN)
- sistema di gestione luci zone comuni
- sistema di gestione allarmi WC disabili
- diffusione sonora
- altri impianti ausiliari

Nel seguito vengono descritte le particolarità adottate per ogni singola categoria.

10.1 Quadri elettrici

I quadri di distribuzione adottati per i quadri secondari, i quadri di piano ed a servizio delle aule sono di tipo modulare (DIN 17,5) in lamiera verniciata o in resina con portella di chiusura frontale dotata di oblò trasparente e chiusura con maniglia dotata di chiave; a seconda delle dimensioni possono essere di tipo fissato a parete e/o ad incasso (fino ad una altezza massima di 130 cm) oppure di tipo appoggiato a pavimento con zoccolo. In casi particolari di quadri contenenti un numero esiguo di interruttori si sono utilizzati centralini modulari in materiale plastico autoestinguente, dotati anch'essi di portella con chiusura a chiave.

Nella scelta del posizionamento si sono collocati i vari quadri in vani ad essi dedicati dalla progettazione architettonica, ognuno il più possibile adiacente alla zona da esso asservito.

All'interno dei quadri sono installati gli interruttori a protezione delle linee elettriche, di tipo magnetotermico, differenziale o combinato.

Gli interruttori magnetotermici possono essere di tipo scatolato (per correnti uguali e superiori ad 80 Ampere) oppure del tipo modulare, con modulo DIN pari a 17,5mm, con tarature

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

normalizzate di 6-8-10-16-20-25-32-40-50-63A. Il potere di interruzione di cortocircuito degli interruttori magnetotermici è uguale o superiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione, secondo quanto precisato dalle norme CEI 64-8 (non sono previste protezioni in back up allo scopo di garantire la massima selettività tra le protezioni).

Gli interruttori automatici differenziali, che provvedono alla protezione delle linee di alimentazione dei carichi allacciati contro i contatti indiretti con parti accidentalmente in tensione, sono del tipo scatolato o modulare (con i criteri di scelta utilizzati per gli interruttori magnetotermici), con correnti di intervento $I_{d} \leq 30\text{mA}$, 300mA , 500mA o superiore (ritardati, selettivi o istantanei) a seconda della parte di impianto che sono destinati a proteggere.

10.2 Canalizzazioni e supporti portacavi

Le canalizzazioni ed i supporti portacavi adottati nell'impianto sono identificabili nei seguenti tipo:

- passerelle in acciaio zincato sendzimir di tipo forato dotate di coperchio nei tratti verticali
- canali in PVC a sezione rettangolare con coperchio, grado di protezione minimo IP40
- tubazioni incassate in PVC
- tubazioni fissate a parete in PVC
- tubazioni in acciaio zincato a caldo in derivazione dalle canale sopra citate per ambienti con maggior rischio di schiacciamento.

Le passerelle in acciaio zincato sono state utilizzate per alloggiare i cavi di potenza e di segnale della distribuzione primaria; essi sono di dimensioni $100 \div 500 \times 75$ mm e dotate all'occorrenza di setti separatori interni in metallo dello stesso materiale.

Le canale sono installate orizzontalmente nelle intercapedini dei controsoffitti e verticalmente nei cavedi dei locali quadri, con fissaggio a parete (mediante staffe) o a vista a soffitto (mediante culle di sospensione prefabbricate). Nella posa delle passerelle si dovrà prestare particolare attenzione alle interferenze con altri impianti, in modo tale che risulti comunque agevole qualsiasi operazione di manutenzione elettrica e non nello spazio a disposizione.

Nelle canale si precisa nuovamente che è prevista la posa dei soli cavi a doppio isolamento e non cavi a singola guaina.

In ogni caso, tutte le passerelle metalliche dovranno essere collegate a terra e dovrà essere garantita la continuità elettrica delle passerelle stesse

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Le tubazioni in PVC autoestinguente sono utilizzate per la distribuzione nei locali tecnologici dove non esiste il pericolo di schiacciamento e nei locali uffici ed aule sopra controsoffitto o a parete nei locali tecnici di piano.

I tubi in PVC pesante saranno fissate mediante graffette dedicate a parete o soffitto, avranno diametri normalizzati 16-20-25-32-40-50 mm secondo le norme CEI 23-14 e presenteranno un grado di protezione non inferiore ad IP 44 (compresi i raccordi).

All'interno dei controsoffitti, per l'allaccio terminale delle utenze, si poseranno guaine flessibili pesanti in PVC aventi un grado di protezione come minimo pari ad IP4x.

In derivazione dalle canale, ogni qualvolta si deve alimentare un locale con cavo in semplice isolamento, si deve prevedere una scatola di derivazione con grado di protezione IP4X o IP55; la dorsale entra ed esce dalla scatola di derivazione con pressacavo e da questa con tubazione rigida o flessibile in PVC si potranno alimentare le varie utenze del locale (illuminazione, F.M., fan coil, eccetera) con cavo a singola guaina posato all'interno dei tubi e guaine IP4X o IP55.

Per la derivazione dalle dorsali si possono prevedere anche allacci con morsetti a perforazione solo se si potrà garantire una protezione pari ad IP65.

La linea in derivazione se posata di sezione inferiore alla dorsale dovrà comunque essere verificata affinché sia protetta in caso di sovraccarico o corto circuito dall'interruttore magnetotermico che alimenta la dorsale stessa.

Tutti i fissaggi, staffe tiranti bulloni saranno dimensionati in modo tale da resistere alle forze orizzontali ed efficacemente collegate alla struttura principale.

Tutti gli apparecchi installati saranno muniti di manicotti flessibili in corrispondenza della giunzione e dispositivi di arresto laterale.

Le strutture secondarie con funzione di sostegno degli elementi componenti un Impianto Elettrico o Speciale (trasmissione dati, telefonia, segnalazione, controllo, ...) devono essere realizzate in modo tale da poter assicurare all'impianto supportato non solo di non crollare ma di mantenere la propria funzionalità durante e subito dopo il manifestarsi di un terremoto, in particolar modo per tutti gli edifici definiti come "strategici" dalla Normativa in vigore. Risulta pertanto necessario realizzare tutte queste strutture secondarie in modo tale da limitare gli spostamenti che si originano durante il terremoto; tale richiesta si attua accoppiando al semplice supporto un efficace sistema di controventamento.

10.3 Cavi e condutture

I cavi utilizzati nell'impianto saranno pienamente conformi alle disposizioni normative previste per le singole condizioni di posa. La scelta dei cavi è fatta in base alle tensioni di esercizio, al tipo di posa, alle prescrizioni della normativa CEI, alle condizioni di impiego ed inoltre secondo i criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle tabelle CEI UNEL.

I cavi posati nei tubi protettivi in PVC saranno di tipo flessibile, isolati in EPR senza guaina protettiva aventi tensione nominale non inferiore a 450/750V denominati con la sigla FG17. Tutte le condutture contenenti cavi ad isolamento semplice, dovranno garantire il grado di protezione almeno pari a IP4X.

Per l'installazione nelle passerelle, o direttamente fissata a muro o per appoggio su controsoffittature a vista, saranno usati cavi in rame elettrolitico isolati in XLPE tipo FG16OM16 aventi tensione nominale non inferiore a 0,6/1 kV.

Tutta la distribuzione principale tra i quadri ed alle utenze principali andrà realizzata in FG16OM16.

Secondo quanto indicato dalle norme CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori, la sezione minima dei cavi unipolari per posa entro tubi protettivi oppure entro canalette, è di 1,5 mm² per uso generale e di 1 mm² per i circuiti di comando, segnalamento e simili.

I conduttori neutri ed i conduttori di protezione sono di sezione non inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, ad eccezione dei circuiti polifasi con conduttori di fase superiore a 16 mm² nel cui caso la sezione del neutro e del conduttore di protezione, purché protetto, può essere ridotta fino alla metà di quella dei conduttori di fase col minimo tuttavia di 16 mm².

Se i conduttori di protezione non fanno parte della stessa conduttura dei conduttori di fase la sua sezione non deve essere inferiore a 6 mm². Quando un unico conduttore di protezione alimenta più circuiti utilizzatori è stato dimensionato in relazione alla sezione del conduttore di fase di sezione più elevata.

I conduttori saranno distinguibili fra loro attraverso i seguenti colori dell'isolante:

- colore giallo verde conduttore di terra o protezione;
- colore nero conduttore di fase;
- colore grigio conduttore di fase;
- colore marrone conduttore di fase;

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- colore blu chiaro conduttore neutro.

Altri colori sono utilizzati per usi diversi da quelli sopraelencati.

Le giunzioni dei conduttori andranno eseguite sempre all'interno di adeguate cassette di derivazione con morsetti di connessione del tipo a mantello, dotati di protezione isolante a cappuccio o equivalente, aventi grado di protezione minimo IP 20; secondo le norme CEI 23-20, CEI 23-21, CEI 23-30.

10.4 Apparecchi di comando

Gli apparecchi di comando non automatici quali, interruttori, deviatori, pulsanti, invertitori ecc. provvederanno generalmente alla gestione dell'impianto di illuminazione, ed in casi particolari a servizi ausiliari quali allarmi comando di piccoli utilizzatori, ecc.

Tali apparecchi sono stati previsti in quattro modi di installazione, precisamente:

- a parete su scatole da canale a cornice
- a parete su scatole da tubo IP44 minimo
- ad incasso con supporti IP20;
- ad incasso con supporti IP44 (nei bagni)

Gli apparecchi installati a parete ad incasso, che serviranno per il comando delle accensioni nei vari locali, sono stati collocati in prossimità delle porte di ingresso dei locali stessi. I comandi saranno completati con opportune placche di finitura in materiale plastico, tipologia e colore da definire con la D.L. e con il cliente finale.

Gli apparecchi installati a parete su scatole da tubo IP44 minimo sono stati utilizzati per il comando della illuminazione nei locali di servizio e nelle centrali tecnologiche. I comandi saranno contenuti all'interno di custodie per fissaggio a parete raccordabili a tubazioni, dotate di raccordo rapido al fine di garantire al sistema un grado di protezione minimo pari ad almeno IP44, il quale consentirà di proteggere le parti elettriche da possibili intrusioni di corpi estranei o liquidi.

Non sono utilizzabili sia nelle scatole di derivazione che nelle scatole portafrutta ingressi di tubazioni di tipo tettarelle a taglio.

Gli apparecchi installati ad incasso con supporti IP20 sono collocati nelle zone di passaggio e servizio generale (corridoi, atri, ecc), nelle aule, negli uffici, installati su scatole rettangolari tipo 503, 504 o 506 (secondo la dizione commerciale corrente) e completati con opportune placche di finitura in materiale plastico. Le scatole incassate saranno raccordate alle canalizzazioni dorsali mediante brevi tratti di tubazioni incassate nella muratura.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Gli apparecchi installati ad incasso con supporti IP44 minimo sono collocati in alcuni locali di servizio con particolari esigenze estetiche e considerevole presenza di umidità; essi sono installati all'interno di scatole incassate secondo i criteri sopra esposti e dotate di frontale in gomma cedevole al fine di garantire al sistema un grado di protezione minimo pari ad almeno IP44.

10.5 Prese a spina

Le prese a spina forniscono energia nei vari punti dell'impianto a seconda delle esigenze attuali o future, e consentono di collegare apparecchi utilizzatori di diverse tipologie funzionanti a tensione 230/400 Vca.

Le prese a spina sono state previste nelle seguenti tipologie:

- di tipo civile a parete su scatole da tubo IP44 minimo
- di tipo civile ad incasso con supporti IP20
- a parete su scatole da canale a cornice
- di tipo industriale CEE a parete

Per le prese a spina di tipo civile installate a parete su scatole da tubo, ad incasso con supporti IP20, a parete su scatole da canale a cornice, valgono le regole di installazione descritti nel precedente paragrafo (apparecchi di comando).

Le prese a spina di tipo industriale sono utilizzate nei locali di servizio tecnologici per l'allaccio provvisorio di utensili portatili. Al fine di uniformare la fornitura dei materiali, visto anche il numero delle prese di questo tipo, si è adottato una unica tipologia di gruppi, composti da prese tipo CEE interbloccate con fusibili di protezione fissate su basi con scatole collettrici ed alimentate da linee dorsali trifase + neutro. La composizione di ogni gruppo sarà di tipo modulare a configurazione "aperta", in grado quindi di essere ampliata con ulteriori prese.

10.6 Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione sono stati scelti, nell'ottica del risparmio energetico, per soddisfare i parametri illuminotecnici, al fine del raggiungimento dei valori di illuminamento richiesti dalle norme, e per integrarsi architettonicamente con gli arredi dei locali.

Verranno installati esclusivamente apparecchi illuminanti a LED.

In tutti gli ambiente l'illuminazione verrà gestita attraverso l'utilizzo di rivelatori di presenza/luminosità (installati all'intero del locale o direttamente nel corpo lampada) in modo

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

da poter garantire un risparmio energetico limitando l'accensione dei corpi illuminanti in relazione al passaggio delle persone o regolando il livello di illuminamento in funzione della luce esterna.

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le principali caratteristiche degli apparecchi installati.

10.6.1 Corridoi

Plafoniere a plafone con lampade a LED complete di alimentatore DALI gestite da sensori di presenza e luminosità installati in ambiente.

10.6.2 Laboratori, aule e mensa

Plafoniere per lampade a LED installate a plafone il cui controllo (accensione e spegnimento) verrà garantito mediante l'installazione nel locale di un pulsante unipolare.

10.6.3 Bagni

Plafoniere per posa a plafone con lampade a LED complete di sensore di movimento installato nel locale in grado di gestire il funzionamento della lampada in base alla presenza di persone nella stanza.

10.6.4 Locali tecnici

Plafoniere per posa a plafone con lampade a LED comandate da pulsanti unipolari.
Grado di protezione minimo IP 65.

10.6.5 Apparecchi di illuminazione di emergenza e sicurezza

L'illuminazione di emergenza e sicurezza viene fornita da apparecchi dedicati con gruppo autonomo di alimentazione incorporato costituiti da plafoniere fissate a parete o soffitto per lampade a LED con, alimentate mediante accumulatori interni caricati da apposito circuito incorporato, autonomia minima 1 ora.

Tutti gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza sono dotati di dispositivo di ricarica a fondo delle batterie con un tempo massimo di 12h.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

10.7 Distribuzione rete dati locale (LAN)

La distribuzione dei segnali telematici e telefonici nei locali dell'edificio è predisposta mediante una rete locale (LAN) realizzata secondo le metodologie definite come "Categoria 6a", o anche cablaggio strutturato. Questo tipo di distribuzione consente di distribuire a vari punti segnali di diverso tipo (telefonici, telematici, fonici, video, ecc.) indipendentemente dal protocollo di sorgente; inoltre ogni punto terminale può essere telefonico o dati a seconda della permutazione che viene effettuata sul pannello del quadro di distribuzione. L'impianto progettato si limita alle parti passive dell'impianto (dorsali comprese), escludendo quindi la fornitura e la posa dei componenti attivi. Nel seguito vengono descritte le componenti principali dell'impianto.

10.7.1 Requisiti del sistema di cablaggio strutturato

Ove non specificato altrimenti, si intende che le caratteristiche tecniche minime delle componenti l'impianto in oggetto e dell'impianto stesso devono rispondere alla normativa internazionale EIA/TIA 568 per impianti in categoria 6a.

10.7.2 Specifiche e descrizione tecnica degli impianti

Il sistema di cablaggio offerto sarà costituito dal seguente sottosistema, avendo un unico armadio rack posto al piano terra nel locale tecnico:

Distribuzione Secondaria Orizzontale

Il sottosistema di Distribuzione Orizzontale realizza le connessioni tra il permutatore di piano (di area) e le prese telematiche disposte nelle aree di lavoro. E' costituito dai supporti di trasmissione e relativi accessori di collegamento che terminano questi supporti e dalle prese telematiche utente.

Dovranno essere installati i cavi per il collegamento di ciascuna presa telematica al relativo sottosistema di permutazione.

I cavi orizzontali impiegati per ciascuna area di lavoro saranno del tipo a 4 coppie intrecciate non schermate (UTP) costituiti da conduttori di rame solido con diametro 24 della scala AWG ed impedenza caratteristica di $100 \pm 15 \Omega$.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

I cavi dovranno essere del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi, in piena rispondenza alle norme di propagazione della fiamma (CEI 20-35, IEC 332.1) e di propagazione dell'incendio (CEI 20-22, IEC 332.3). La Guaina esterna deve essere non propagante la fiamma e a basso contenuto di gas alogeni (LSOH) nel pieno rispetto della normativa a livello nazionale e internazionale (CEI 20-37, IEC 1034, NES 713, IEC 754).

Tutti i cavi UTP dovranno essere conformi alla Categoria 6 delle normative EIA/TIA 568 o avere caratteristiche superiori a quelle previste da tale standard.

La singola postazione di lavoro dovrà essere raggiunta da tanti cavi UTP terminati su altrettanti frutti RJ45 in categoria 6a, come evidenziato nelle tavole di progetto

Tutti i cavi dovranno essere opportunamente contrassegnati per una loro facile identificazione.

I cavi UTP saranno disposti, secondo una topologia a stella, dal sottosistema di permutazione di piano ad ogni singola presa telematica.

La lunghezza di ogni singola tratta, dal sottosistema di permutazione alla presa telematica, non dovrà superare in nessun caso i 90 m. Questa misura si riferisce al percorso completo del cavo comprese salite, discese nonché eventuali scorte nei punti di terminazione. Se risultasse impossibile trovare un percorso contenuto nei 90 m., la Società offerente dovrà segnalare alla Direzione Lavori la necessità di modificare la topologia (ulteriore compartimentazione in sotto aree e conseguente aggiunta di nodi di concentrazione secondari) o la tecnologia dei supporti trasmissivi adottati.

Ogni tratta di cavo tra i permutatori e le prese telematiche dovrà essere senza giunzioni.

I cavi di trasmissione in rame non dovranno essere installati in prossimità di fonti di interferenza elettromagnetica (linee di alimentazione elettrica e apparecchiature elettriche non schermate), né condivideranno lo stesso condotto, canale o manicotto con conduttori elettrici, se non ad una distanza non inferiore a quella indicata dalle normative vigenti.

Durante l'installazione, dovranno essere osservati i requisiti di raggio di curvatura e forza di trazione specifici del cavo adottato.

10.7.3 Caratteristiche punto telematico

Costituisce la terminazione dei cavi della distribuzione orizzontale e l'interfaccia verso i terminali utente.

Dovranno essere installati tutti i punti telematici previsti dal progetto come indicato negli elaborati

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Tutti i frutti dovranno essere installati su piastrina modulare a 3 posizioni adattabile su scatola portapparecchi 503.

Tutte le prese telematiche saranno di tipo RJ-45 a 8 posizioni / 8 conduttori (ISO 8877) con connessione posteriore di tipo IDC e cablate secondo la configurazione EIA/TIA 568 opzione B.

Tutte le prese dovranno avere requisiti pari o superiori a quelli previsti dalle specifiche di Categoria 6a.

Ogni presa dovrà essere dotata di apposito contrassegno riportante le informazioni identificative del circuito in accordo con le specifiche indicate nell'apposito elaborato.

10.7.4 Caratteristiche armadi telematici

I pannelli di permutazione/distribuzione e gli apparati di trasmissione saranno alloggiati in armadi telematici da fornire in opera.

Dovranno essere forniti armadi interamente ispezionabili conformi agli standard IEC 297-2 relativi ai rack 19".

Gli armadi dovranno essere del tipo a pavimento nella scuola media e di tipo a parete nella scuola elementare, con struttura in profilati di acciaio, pannelli perimetrali e tetto in lamiera d'acciaio facilmente asportabili, dotato di portella anteriore trasparente antisfondamento, portella posteriore cieca.

Gli armadi dovranno avere grado di protezione minimo IP 20.

10.8 Impianto di diffusione sonora (EVAC)

Dovrà essere installato un impianto di diffusione di messaggi per l'evacuazione denominato di seguito EVAC (Evacuation Voice Alarm Communication System) a protezione del fabbricato in oggetto di intervento.

Tale sistema dovrà gestire la diffusione selettiva di messaggi di allarme, preregistrati e non, per assicurare una segnalazione efficace ed organizzata delle emergenze, tale da non creare panico negli occupanti e consentire una evacuazione controllata in caso di incendio o di altra situazione di emergenza che lo richieda.

In caso di incendio verranno inviati in modo automatico messaggi, di tipo sintetizzato e preregistrati, oppure messaggi in viva voce tramite le postazioni microfoniche dislocate nelle portinerie.

L'attivazione automatica del sistema sarà gestita su due livelli:

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

- un preallarme sulla centrale nel caso di intervento di un rivelatore o di un pulsante manuale;
- attivazione dei diffusori sonori della zona interessata nel caso di interventi di due rivelatori o di un rivelatore ed un pulsante;
- attivazione dei diffusori in tutto il fabbricato dopo un tempo prestabilito senza che sia stato eseguito il reset della centrale di rivelazione incendio.

Il sistema potrà inoltre essere programmato per trasmettere, in caso di attivazione automatica da parte del sistema di sicurezza, o su comando manuale, i seguenti tipi di messaggio:

- segnali di allarme codificati e non, in modo automatico;
- messaggi preregistrati di evacuazione su comando manuale;
- messaggi in viva voce in grado di sovrapporsi a tutti gli altri.

La distribuzione dei collegamenti per l'impianto diffusione sonora avrà origine dalla centrale posizionata in segreteria e avrà un percorso ad anello per il collegamento agli altoparlanti sui piani e nelle singole zone in cui si considera diviso l'edificio: la distribuzione avverrà nelle passerelle dedicate agli impianti speciali e dovrà essere realizzata con cavo resistente al fuoco (30 min) di colore viola.

In portineria sarà prevista l'installazione della postazione microfonica dotata di tastiera di comando per la selezione delle zone e di pulsante, protetto da chiave, per l'invio manuale a tutto edificio dei messaggi di evacuazione preregistrati.

Nelle varie aree da sonorizzare verranno installati altoparlanti di tipologia diversa sia per quanto riguarda le caratteristiche elettriche che quelle estetiche.

Nelle zone comuni la totalità dei diffusori acustici sarà idonea alla posa sporgente a parete o incassate nei controsoffitti. Le apparecchiature in oggetto, di potenza nominale pari a 10W a parete, verranno installate nelle aule, mentre per l'atrio, i corridoi ed in genere nelle aree comuni si prevedono diffusori da incasso con potenza pari a 6 W.

10.9 Sistema di gestione illuminazione

É previsto un impianto di gestione centralizzata dell'illuminazione mediante sistema di supervisione.

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

L'illuminazione dei corridoi, sarà gestita mediante utilizzo di sensori di presenza e luminosità, completi di alimentatore DALI a bordo.

Saranno installati anche pulsanti di comando locali che agiranno su appositi moduli di ingresso, installati preferibilmente all'interno di scatole 503 o 504.

Ogni pulsante dovrà essere dotato di spia di segnalazione con riporto dello stato e scritta con l'indicazione del circuito di riferimento.

I moduli dovranno avere contatti con portata almeno pari a 10 A, in modo da evitare l'utilizzo di relè ausiliari.