

DIVISIONE PROGETTAZIONE
via XXV Aprile, 24/A 20871 Vimercate (MB)
Tel. 039.2142477 Fax. 039.2875445
e-mail: progettazione@teknoprogettisrl.it



www.teknoprogettisrl.it



CERTIFICATO n°15429
DIVISIONE PROGETTAZIONE

DIVISIONE TECNOLOGICA
via XXV Aprile, 24/A 20871 Vimercate (MB)
Tel. 039.6260355 Fax. 039.6084308
e-mail: tecnologica@teknoprogettisrl.it

IL PROGETTISTA	LA DIREZIONE LAVORI	LA PROPRIETA'	L'IMPRESA

PROG. ARCH.

Teknoprogetti Engineering S.r.l.

via XXV Aprile, 24/A Vimercate (MB) - tel:039 2142477 fax:039 2875445 e-mail:progettazione@teknoprogettisrl.it

COMMITTENTE

Amministrazione Comunale di Pogliano Milanese

Piazza Volontari Avis Aido 6 - tel: fax: e-mail:

OPERA

**Messa in sicurezza di solai e controsoffitti, sistemazione impiantistiche ed opere edili complementari nel plesso Don Milani
Via Dante Alighieri 9 - Pogliano Milanese (MI) - SCUOLA GIALLA - Intervento 1**

OGGETTO ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO
INTERVENTO 1**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DIS.	REV.	APP.
05					
04					
03					
02					
01	18-09-2023	AGGIORNAMENTO POST VALIDAZIONE	AC	MR	MB
00	05-06-2023	PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO	AC	MR	MB

COD. COMMESSA

0025-23

STATO PROGETTO



SCALA

-

PROGRESSIVO ELABORATO

ERT.01

NOME FILE

-

Art. 1 - Scopo dell'intervento

Il presente progetto ha per scopo la progettazione esecutiva per la realizzazione delle opere di seguito elencate, all'interno dell'istituto comprensivo "PAOLO NEGLIA POGLIANO-VANZAGO" - Scuola Primaria di I grado "DON MILANI" di via Dante Alighieri 9 a Pogliano Milanese (MI). Le opere descritte s'inquadrano nell'ambito dell'intervento di antisfondellamento dei solai, all'interno dell'edificio denominato "SCUOLA GIALLA".

L'intervento si divide in due fasi:

- **Fase 1: piano rialzato e primo;**
- **Fase 2: piano seminterrato.**

Il presente documento si riferisce alla **Fase 1**.

Detto intervento, comportando il rifacimento dei controsoffitti, determina la necessità di smontaggio degli apparecchi illuminanti, a questi agganciati. Si sono, pertanto, determinate le condizioni previste dal Decreto 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi", con effetto sull'efficientamento dei sistemi d'illuminazione ordinaria e di sicurezza, all'interno del perimetro dei lavori edili.

Gli impianti elettrici oggetto di progettazione/adequamento sono:

- Illuminazione ordinaria all'interno dell'edificio

Sono esclusi dalla progettazione/adequamento, i seguenti impianti:

- Illuminazione di sicurezza all'interno dell'edificio
- Forza motrice aule, corridoi e bagni
- Rete dati/fonia
- Rivelazione automatica d'incendio
- Diffusione sonora per la gestione dell'emergenza (EVAC)
- Diffusione sonora per intrattenimento (auditorium)
- Illuminazione ordinaria esterna

Art. 1.1 - Responsabilità di terzi (impianti a correnti deboli)

Si precisa che gli impianti specificati nella tabella seguente, per la quota parte toccata dagli interventi in scopo (interferenza con i lavori), **saranno rimossi e ripristinati allo stato di fatto da parte delle imprese manutentrici che li hanno in carico.**

Impianto non oggetto di adeguamento	Apparecchiature installate a controsoffitto
- Rivelazione automatica d'incendio.	- Rivelatori di fumo. - Specole luminose di segnalazione dello stato dei rivelatori di fumo installati all'interno del controsoffitto.
- Diffusione sonora (EVAC).	- Altoparlanti.
- Rete dati/fonia.	- Access Points Wi-Fi.

Art. 1.2 - Smontaggi e ripristini

Si precisa che gli impianti specificati nella tabella seguente, per la quota parte toccata dagli interventi in scopo (interferenza con i lavori), **saranno dall'impresa appaltatrice scollegati, rimossi e successivamente ripristinati allo stato di fatto.**

Impianto non oggetto di adeguamento	Apparecchiature installate a controsoffitto
- Illuminazione di sicurezza all'interno dell'edificio	- Apparecchi illuminanti con complesso autonomo a batterie ricaricabili.

A questo scopo, l'Impresa appaltatrice delle opere elettriche provvederà a svolgere con la debita diligenza tutte le attività necessarie, quali:

1. Disattivazione dei circuiti all'origine ⁽¹⁾ per evitare l'insorgere di guasti ai tratti d'impianto interessati e/o disservizi a parti d'impianto estranee alle aree d'intervento.

2. Scollegamento e rimozione delle apparecchiature installate a controsoffitto, con annotazione della posizione e dell'indirizzo del componente (es. rivelazione incendi, Access Points Wi-Fi).
3. Messa a dimora delle apparecchiature rimosse in luogo custodito o chiuso a chiave sotto la responsabilità del Committente.
4. Reinstallazione e ricollegamento delle apparecchiature, in coordinamento con il ripristino dei controsoffitti.
5. Riattivazione dei circuiti all'origine ⁽¹⁾ e verifica di funzionamento.

⁽¹⁾ A questo scopo dovranno essere coinvolte, a cura del Committente e su richiesta della Direzione Lavori, le Imprese manutentrici dei rispettivi impianti.

Art. 2 - Classificazione degli ambienti scuola

VVF

In tema di prevenzione incendi, l'edificio scolastico è regolato dal D.M. 26/08/1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica" e dal D.M. 12/05/2016 "Prescrizioni per l'attuazione, con scadenze differenziate, delle vigenti normative in materia di prevenzione degli incendi per l'edilizia scolastica" e s.m.i. (L. 26/02/2021 n. 21).

Con riferimento alla normativa antincendio citata, l'edificio scolastico ricade nella classificazione di tipo 1.

Si riporta un estratto del sopracitato D.M. 26/08/1992 (con effetto sul perimetro d'intervento del presente progetto):

7. Impianti elettrici

7.0. Generalità

Gli impianti elettrici del complesso scolastico devono essere realizzati in conformità ai disposti di cui alla legge 1° marzo 1968, n. 186.

(Omissis).

7.1. Impianto elettrico di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza deve essere installata anche nelle aule, sia pure limitata alla segnalazione dei vani di uscita dalle stesse.

Le scuole devono essere dotate di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria.

L'impianto elettrico di sicurezza, deve alimentare le seguenti utilizzazioni, strettamente connesse con la sicurezza delle persone:

- a) 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 lux;*
- b) impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme.*

Nessun'altra apparecchiatura può essere collegata all'impianto elettrico di sicurezza.

L'alimentazione dell'impianto di sicurezza deve potersi inserire anche con comando a mano posto in posizione conosciuta dal personale.

L'autonomia della sorgente di sicurezza non deve essere inferiore ai 30'.

Sono ammesse singole lampade o gruppi di lampade con alimentazione autonoma.

Il dispositivo di carica degli accumulatori, qualora impiegati, deve essere di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

NORME CEI

I luoghi sono classificati "a maggior rischio in caso d'incendio" (M.A.R.C.I.).

Art. 3 - Quadro normativo

Tutti gli impianti descritti nel presente capitolato dovranno essere realizzati a perfetta regola d'arte, sia per quanto riguarda le modalità di installazione, che per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali che verranno impiegati.

In particolare, dovranno essere osservate le leggi e norme seguenti:

- Legge sulla prevenzione infortuni sul lavoro D.P.R. 547 del 27/04/1955;

- 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. Lgs. n. 81 del 09/04/2008;
- Legge n. 186 del 31/01/1968 sull'esecuzione degli impianti elettrici;
- Norme in vigore del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano); in particolare la Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V";
- Eventuali progetti e Norme CEI, se citati nel presente testo;
- Prescrizione dell'Ente erogatore di energia elettrica competente per la zona;
- Prescrizione delle competenti Autorità Comunali e Regionali;
- Prescrizione UTIF e norme relative alla contabilizzazione dell'energia elettrica;
- Norme e tabelle UNI e UNEL relative a materiali, impianti e componenti unificati, i criteri di progetto e le modalità di esecuzione e di collaudo;
- Norma UNI EN 1838 "Illuminazione di emergenza";
- Ogni altra Norma, prescrizione e raccomandazione applicabile agli impianti in oggetto del presente Capitolo, sia essa esplicitamente menzionata che implicita.
- Decreto 28 gennaio 2017 parte integrante del "Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione"
- Regolamento prodotti da costruzione (CPR) – Norma EN 50575
- Legge regionale (Regione Lombardia) 05-10-2015, n. 31 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso.
- Decreto 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi".

Il rispetto delle sopra indicate Norme è da intendersi nel senso più restrittivo; ad esse dovranno rispondere pienamente sia l'impianto nel suo complesso che ogni singolo componente.

Tutti i materiali impiegati nell'impianto dovranno essere conformi a quanto indicato nelle specifiche relative e provvisti del Marchio IMQ (per tutti quelli sottoposti a tale regime).

Essi dovranno essere, per qualità e provenienza, di primaria casa produttrice e, comunque, tra quanto di meglio il mercato possa offrire. Tutti i materiali dovranno essere nuovi di produzione.

Particolare riguardo dovrà essere posto nella scelta e nell'installazione delle apparecchiature, al fine di ottenere un'agevole manutenzione, a salvaguardia della continuità del servizio.

Art. 4 - Opere da eseguire

Art. 4.1 - Punto di consegna energia elettrica

Dati informativi dell'alimentazione elettrica

- Alimentazione fornitura: Bassa Tensione
- Tensione nominale e max. variazione: 400 V \pm 10 %
- Frequenza nominale e max. variazione: 50 Hz \pm 2 %
- Corrente di corto circuito di riferimento dei circuiti: trattandosi circuiti terminali d'impianto esistente, si fa riferimento ai dati tecnici degli interruttori magnetotermici installati (Norma CEI EN 60947-1) e riscontrabili nell'allegato obbligatorio alla Dichiarazione di Conformità (L. 46/90 o D.M. 37/08) emessa all'epoca della loro installazione.

Massime cadute di tensioni ammesse

- motori a pieno carico: 4 %
- motori in avviamento: 12 %
- illuminazione: 4 %
- prese a spina: 4 %

Art. 4.2 - Canalizzazioni e vie cavi

All'interno dell'edificio, saranno installate le seguenti canalizzazioni e vie cavi suddivise secondo il grado di protezione minimo richiesto dalla Norma CEI 64-8:

- Tipologia 1: Tubazioni PVC flessibile FK HF poste a vista nel controsoffitto
Tipologia 2: Tubazioni PVC rigide RK HF poste a vista
Tipologia 3: Tubazioni in Fe-tZn poste a vista
Tipologia 4: Passerelle reticolate in acciaio zincato

Art. 4.3 - Linee elettriche di distribuzione

Allo stato di fatto, i circuiti d'utenza dell'illuminazione prendono origine dai quadri elettrici di piano. La tabella seguente caratterizza detti circuiti e gli adeguamenti che occorrono, in coordinamento con gli interventi previsti sui sistemi d'illuminazione ordinaria.

Circuito	Stato di fatto	Ripristini o adeguamenti
<i>QE piano rialzato.</i>		
Generale auditorium	Interruttore differenziale puro 4P, 32 A, Idn 0,03 A, tipo AC (bticino G43) abbinato a interruttore magnetotermico 4P, C16 (bticino F84). N. 2 circuiti luce derivati: interruttori magnetotermici 2P, C16 (bticino F881N).	La tipologia di relè differenziale (AC) è inadatta ai carichi elettronici rappresentati dagli alimentatori delle sorgenti LED dei nuovi apparecchi illuminanti. Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 4P, 32 A, Idn 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato da ogni circuito luce.
Generale ambulatorio	Interruttore differenziale puro 2P, 25 A, Idn 0,03 A, tipo A (bticino G723). Circuito luce derivato: interruttore magnetotermico 2P, C10 (bticino F881N).	Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.
Generale scala e atrio	Interruttore differenziale puro 2P, 25 A, Idn 0,03 A, tipo AC (bticino G723). N. 2 circuiti luce derivati: interruttori magnetotermici 2P, C16 (bticino F881N).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C10, Idn 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato da ogni circuito luce.
Luci aule 1-2-3-4 e insegne	Interruttore magnetotermico differenziale 2P, 16 A, Idn 0,03 A, tipo AC (bticino G723).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C16, Idn 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.
Luci aula informatica	Interruttore magnetotermico differenziale 2P, 10 A, Idn 0,03 A, tipo AC (bticino G723).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C10, Idn 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.

Circuito	Stato di fatto	Ripristini o adeguamenti
<i>QE piano rialzato.</i>		
Luci corridoio piano t.	Interruttore magnetotermico differenziale 2P, 10 A, I _{dn} 0,03 A, tipo AC (bticino G723).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C10, I_{dn} 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.
Luci aula scienza rip. e 6-7-8	Interruttore magnetotermico differenziale 2P, 16 A, I _{dn} 0,03 A, tipo AC (bticino G723).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C16, I_{dn} 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.
Luci aule 9-10-11-12	Interruttore magnetotermico differenziale 2P, 16 A, I _{dn} 0,03 A, tipo AC (bticino G723).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C16, I_{dn} 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.
Luci corridoio piano 1°	Interruttore magnetotermico differenziale 2P, 10 A, I _{dn} 0,03 A, tipo AC (bticino G723).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C10, I_{dn} 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.
Luci laboratorio	Interruttore magnetotermico differenziale 2P, 10 A, I _{dn} 0,03 A, tipo AC (bticino G723).	Come sopra (tipo relè differenziale). Necessita, pertanto, sostituzione con dispositivo 2P, C10, I_{dn} 0,03 A, tipo A. Un circuito ausiliario di stato per la gestione dell'illuminazione di sicurezza (v. Art. 4.6) dev'essere derivato dal circuito luce.

Le linee dovranno essere essenzialmente composte da conduttori di tipo non propagante l'incendio ed esenti da emissione di gas alogenidrici ("Halogen Free", "LS0H" o "LSZH", secondo la nomenclatura commerciale adottata dai produttori), di sezione adeguata all'utilizzo per cui sono destinate.

Le linee elettriche dovranno essere posate entro le vie cavi, descritte nel precedente punto, consone all'utilizzo della struttura.

I nuovi cavi saranno di tipo FG17, FM9OZ1 e FG16OM16 per i circuiti ordinari. Non sono previsti, nello scopo dell'intervento, circuiti di sicurezza. Per "circuiti di sicurezza" s'intendono quelli che devono rimanere alimentati in condizioni di emergenza: pertanto, non appartengono a questa definizione i circuiti che alimentano apparecchi per illuminazione equipaggiati con complesso autonomo d'emergenza.

I cavi sopra citati sono conformi ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo.

Le derivazioni degli impianti dovranno avvenire entro cassette di derivazione con pareti lisce da parete, con grado di protezione IP56, complete di pressacavi IP65 e tappi coprivite per il ripristino della protezione IP originaria; la giunzione dei circuiti ordinari dovrà essere garantita da appositi morsetti tipo forbox o equivalenti con particolari accorgimenti onde poter evitare la tranciatura dei conduttori.

All'interno della cassetta di derivazione, i cavi entra/esci dovranno essere identificati a mezzo di cartellino.

All'esterno della cassetta di derivazione, i cavi dovranno essere identificati a mezzo di cartellino indicando il circuito e la destinazione, come per esempio la cassetta di derivazione indicando il suo numero di identificazione)

Sul coperchio di ogni singola cassetta di derivazione, dovrà essere posta una etichetta in polipropilene con l'indicazione del tipo di impianto, di circuito e l'eventuale indicazione delle apparecchiature poste all'interno.

All'interno di ogni pozzetto interrato i cavi dovranno essere identificati a mezzo di cartellino, con l'indicazione del punto di provenienza (numero di pozzetto/quadro elettrico/ecc).

All'interno dei canali/passarelle portacavi, nei pressi delle diramazioni, i cavi dovranno essere identificati a mezzo di cartellino; non saranno ammesse scritte sui cavi; inoltre non saranno ammesse diciture quali (luce locale sx, etc, ma dovrà essere indicato solamente il numero di circuito desunto dallo schema elettrico di appartenenza o il numero univoco di apparecchiature desunto dalle planimetrie/schematici di impianto).

Per maggiori dettagli sul tipo di etichetta della cassetta di derivazione e la modalità di identificazione dei cavi, si rimanda ai particolari di installazione

I cavi dovranno avere le anime di colore conforme alle tabelle UNEL e in particolare dovranno essere rispettati i seguenti colori:

- Conduttore di fase: Nero, Marrone, Grigio
- Conduttore di neutro: Blu chiaro
- Conduttore di protezione: Giallo – verde
- Conduttore positivo (+): Rosso
- Conduttore negativo (-): Nero

I medesimi colori distintivi dovranno essere riservati per i singoli conduttori facenti parte della distribuzione principale e delle derivazioni.

Art. 4.4 - Impianto d'illuminazione ordinaria

Gli apparecchi per illuminazione ordinaria, allo stato di fatto, impiegano sorgenti fluorescenti, con controllo manuale di accensione e spegnimento.

Poiché gli interventi di antisfondellamento dei solai comportano lo smantellamento dei controsoffitti e il loro rifacimento, in ottemperanza al D.M. 6 agosto 2022 (Art. 2.4.3), l'impianto d'illuminazione ordinaria sarà oggetto di:

- sostituzione degli apparecchi illuminanti con dispositivi equipaggiati con sorgenti LED;
- applicazione di tecnologia di controllo per il risparmio energetico, che regoli in modo automatico il flusso luminoso in base all'apporto di luce naturale e allo stato occupazionale delle aree.

Queste attività comporteranno:

- la sostituzione delle linee in cavo multipolare a doppio isolamento, posate a plafone sopra ai controsoffitti a partire dalle cassette di derivazione della dorsale dei circuiti luce, con conduttura di tipo FM9OZ1 (preferibile nella fattispecie al tipo FG16OM16, perché più flessibile);
- la sostituzione delle linee in cavo a semplice isolamento, posate nelle vie cavi sottotraccia fino ai punti di comando manuale (dove previsti), con conduttura di tipo FG17;
- limitatamente ai circuiti d'illuminazione ordinaria dei corridoi, la sostituzione della conduttura, posata nel canale portacavi sopra ai controsoffitti, con linea in cavo multipolare a doppio isolamento, tipo FG16OM16 e derivazioni in cassetta "halogen free". Quest'attività si rende consigliabile, in considerazione del fatto che i nuovi apparecchi illuminanti saranno riposizionati in funzione del modello di calcolo illuminotecnico, e pertanto le derivazioni esistenti possono non corrispondere.

L'illuminazione prevista sarà conforme alla Norma UNI EN 12464-1:2021, per quanto attiene gli edifici scolastici e altri usi: si riporta la tabella dei requisiti illuminotecnici previsti dalla norma citata (tra parentesi, il riferimento all'attività come codificato nella Norma citata).

Locale o compito	Illuminamento medio \bar{E}_m (lx)	Uniformità U_o	Indice di resa cromatica R_a
Bagni (10.4)	200	0,4	80
Aula (44.1)	300 (2)	0,6	80
Auditorium (44.2)	500	0,6	80

Locale o compito	Illuminamento medio \bar{E}_m (lx)	Uniformità U_o	Indice di resa cromatica R_a
Lavagna interattiva (44.6)	(³)	(³)	(³)
Laboratorio (44.14)	500	0,6	80
Ingresso (44.18)	200	0,4	80
Corridoio (44.19)	100 (⁴)	0,4	40
Scale (44.20)	150	0,4	80
Sala insegnanti (44.22)	300	0,6	80
Deposito materiale didattico (44.25)	100	0,4	80
Mensa (44.27)	200	0,4	80
Cucina (44.28)	500	0,6	80

(²) **Requisito specifico della Norma citata:** per le aule utilizzate da bambini, si può utilizzare un \bar{E}_m richiesto di 300 lx mediante regolazione del flusso luminoso.

(³) **Requisito specifico della Norma citata:** illuminazione regolabile.

(⁴) **Requisito specifico della Norma citata:** illuminamento orizzontale a livello pavimento.

Per la tipologia e caratteristiche degli apparecchi illuminanti si rimanda a quanto riportato nella legenda delle planimetrie.

Per quanto riguarda i risultati illuminotecnici si rimanda ai calcoli delle modellazioni, documento ECI.

Art. 4.5 – Gestione dell’illuminazione

I nuovi apparecchi illuminanti saranno dotati di alimentatori DALI; in ottemperanza al D.M. 6 agosto 2022 (Art. 2.4.3), viene prevista l'installazione di sensori multifunzione, di compensazione automatica ed occupazione, che funzioneranno nel seguente modo:

1. Al passaggio oppure in condizioni di presenza delle persone, il sensore invia il comando di accensione agli apparecchi illuminanti, con livello di emissione luminosa pari al 100 % (locali privi di affaccio esterno) oppure regolata automaticamente in base alle condizioni di luce naturale presenti nell'ambiente;
2. Dopo 5 minuti dall'ultimo passaggio o dall'abbandono del luogo, il sensore invia agli apparecchi illuminanti il comando di riduzione dell'emissione luminosa a 30 % (luce di cortesia);
3. Dopo 1 minuto, il sensore invia agli apparecchi illuminanti il comando di spegnimento;
4. Se durante le condizioni di attesa (punti 2 e 3) si determina un nuovo passaggio di persone, la sequenza riparte dall'inizio;
5. I sensori installati regolano in modo automatico l'emissione di luce artificiale in base all'illuminazione naturale proveniente dalle finestre; se la luce naturale è superiore al valore d'illuminazione programmato, l'illuminazione artificiale non si attiva; se invece la luce naturale sopperisce parzialmente al valore d'illuminazione richiesto, l'illuminazione artificiale compenserà in percentuale alla mancanza, per raggiungere il valore prestabilito;
6. Nelle aule, dove gli apparecchi illuminanti sono disposti su due file – una a favore della luce naturale e l'altra no – s'impiegherà un sensore d'illuminamento a due canali, che controllerà separatamente le due file per fornire un livello luminoso complessivo (naturale + artificiale) uniforme, a vantaggio del comfort visivo degli occupanti;
7. Nelle aule, dove sono installate le lavagne interattive multimediali (LIM), è previsto anche un comando a pulsante che permette il controllo manuale dell'emissione luminosa, fintantoché ci sia presenza di persone: diversamente il sistema torna al punto 2. Il comando manuale sarà impiegato anche in altri locali, nei quali vi sia la necessità di ridurre o spegnere la luce, nonostante l'occupazione.

Per svolgere queste automazioni, tutti i comandi tra sensori e apparecchi illuminanti avverranno tramite bus cablato, basato su protocollo DALI. L'applicazione non richiede una gestione centralizzata, pertanto ogni ambiente sarà dotato di un proprio sistema di controllo indipendente.

Art. 4.6 - Impianto d'illuminazione di sicurezza

Sebbene gli apparecchi per illuminazione di sicurezza non siano oggetto di verifica ed eventuale adeguamento (lo sono stati recentemente, come riscontrabile nel progetto datato 2020), si è riscontrato che la logica di attivazione degli stessi è disomogenea:

- al piano seminterrato è abbinata al rispettivo circuito d'illuminazione ordinaria;
- ai piani superiori è gestita da circuiti separati (uno per piano).

Nel secondo caso, l'illuminazione di sicurezza interviene esclusivamente per mancanza tensione al quadro elettrico, non per intervento dell'interruttore del singolo circuito luce.

La logica realizzata al piano seminterrato rappresenta la soluzione già praticata nel contesto del precedente intervento di messa in sicurezza dei solai nella "Scuola Rossa", alla quale deve adeguarsi l'impianto d'illuminazione di sicurezza di tutto il plesso.

Nel quadro elettrico di distribuzione a servizio del piano rialzato e primo, si procederà, pertanto, alla realizzazione di una modifica, compatibile con gli spazi residui:

- 1) ogni interruttore di circuito luce ordinaria del piano sarà collegato a un relè di segnalazione;
- 2) i contatti normalmente aperti (NA) dei relè di segnalazione saranno posti in serie;
- 3) la catena di cui sopra interromperà la fase del circuito d'illuminazione d'emergenza del piano.

Art. 4.7 – Smantellamento, messa a dimora e recupero

La tabella seguente illustra le parti d'impianto soggette a smantellamento, smontaggio e recupero.

Luogo	Parte d'impianto	Azione
Piano rialzato e 1°.	Apparecchi per illuminazione ordinaria.	Smantellamento e conferimento in discarica autorizzata.
	Cavi d'alimentazione degli apparecchi per illuminazione ordinaria, fino alle rispettive cassette di derivazione dalla dorsale.	Rimozione dalle vie cavi e conferimento in discarica autorizzata.
	Apparecchi per illuminazione d'emergenza.	Smontaggio, messa a dimora e recupero.
	Cavi d'alimentazione degli apparecchi per illuminazione d'emergenza, fino alle rispettive cassette di derivazione dalla dorsale.	Scollegamento dall'apparecchio illuminante e ricollegamento.

Non saranno oggetto di smantellamento le vie cavi esistenti, quali:

- i canali portacavi di distribuzione principale, di tipo metallico, posati nel controsoffitto;
- le tubazioni posate sottotraccia fino ai punti di comando.

I comandi luce manuali che, per effetto dell'automazione di controllo descritta sopra, saranno rimossi, saranno sostituiti da tappi copriforo. Gli alloggiamenti e le tubazioni sottotraccia dovranno poter essere riutilizzabili in futuro.

Art. 4.8 – Rete di terra

L'impianto di terra è esistente per tutto il plesso scolastico e distribuito fino ai punti d'utenza.

I nuovi tratti di collegamento ripristineranno la funzionalità dell'impianto di terra, a partire dalla dorsale di distribuzione da cui si staccano. Questo vale per tutte le apparecchiature elettriche alimentate, salvo quelle che presentano caratteristiche di "doppio isolamento".

Art. 5 - Dichiarazione di conformità

Al termine dei lavori, oltre alle verifiche relative alla consegna degli impianti, dovranno essere effettuate tutte le misure, le prove, gli esami a vista e di calcoli previsti dalla Norma CEI 64-8/6.

L'esito delle verifiche dovrà esser incluso nella dichiarazione di conformità come allegato facoltativo. La dichiarazione di conformità dovrà essere conforme al Decreto n° 37 del 22 gennaio 2008 (*GU n. 61 del 12-3-2008*) e dovranno essere attuate tutte le richieste di detto decreto. Dovranno essere allegati alla dichiarazione di conformità i disegni planimetrici e gli schemi AS-BUILT sia in formato cartaceo che elettronico. Le planimetrie dovranno riportare oltre al posizionamento delle apparecchiature, anche il percorso dei cavi/tubazioni. Dovranno essere inoltre allegati alla dichiarazione di conformità manuali di installazione e manutenzione e degli eventuali certificati di garanzia di tutti gli apparecchi installati.

Art. 6 – Specifiche tecniche

Protezione contro i sovraccarichi

La protezione contro i sovraccarichi sarà generalmente ottenuta con relè termici che saranno in grado di aprire il circuito entro i tempi previsti e di sopportare senza danni le correnti di corto circuito. Vedi Norme CEI 64-8 sez. 433.

In particolare, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego della conduttura

I_z = portata della conduttura

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

A-Per i fusibili, essendo $I_f=1.6 I_n$, le condizioni sono soddisfatte per $I_b \leq I_n \leq 0.906 I_z$

B-Per apparecchi automatici a norma CEI 23-3, essendo $I_f=1,45 I_n$, le condizioni sono soddisfatte per $I_b \leq I_n \leq I_z$

La protezione contro i sovraccarichi nell'impianto elettrico in oggetto è stata di volta in volta verificata.

Protezione contro i corti circuiti

Tutti i circuiti e le derivazioni saranno protetti contro i corti circuiti ad eccezione di:

- collegamenti fra generatori, accumulatori, raddrizzatori ai propri quadri
- tratti di conduttori di lunghezza non superiore a 3 m realizzati in modo da evitare le possibilità di c.to. c.to (doppio isolamento, isolamento rinforzato etc.)

La protezione contro i corti circuiti sarà affidata secondo le prescrizioni del progetto a relè magnetici o a valvole fusibili.

Essi dovranno sopportare le correnti di corto circuito nel punto del circuito in cui sono installati ed essere in grado di interrompere la corrente senza danni.

Vedi Norme CEI 64-8 sez. 434.

La protezione contro i corti circuiti nell'impianto elettrico in oggetto è stata di volta in volta verificata.

Coordinamento delle protezioni

Le protezioni di massima corrente in serie saranno verificate fra di loro affinché il loro intervento assicuri la selettività e provochi l'apertura delle sole parti di impianto soggette a guasti.

Salvo diverse indicazioni di progetto non sono ammesse protezioni di backup con delega agli interruttori generali di aprire le maggiori correnti di corto circuito.

Inoltre, saranno verificate nei riguardi del coordinamento delle protezioni le sezioni dei conduttori costituenti tutti i circuiti degli impianti.

Le sezioni saranno verificate con la formula:

$$I^2 t < K^2 S^2$$

dove:

S è la sezione del conduttore in mmq

I è la corrente di corto circuito in Ampere

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione in secondi (< 5 sec)

k = 115 per conduttori in rame isolati in PVC

= 135 per conduttori in rame isolati in gomma

Le sezioni dei circuiti saranno verificate anche per il valore minimo della corrente di corto circuito all'estremità più lontana dal dispositivo di protezione in conformità alla relazione

$$I_{Magnetica}(\text{interruttore}) \leq I_{cc \min}$$

Il coordinamento nell'impianto elettrico in oggetto è stato di volta in volta verificato.

Caduta di tensione

La caduta di tensione sarà mantenuta entro i limiti previsti dalle norme CEI, utilizzando per il calcolo la formula prevista

$$C.d.t. = K \times L \times I \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

In particolare, sarà garantita una caduta di tensione inferiore al 4% anche quando sono inseriti tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare simultaneamente.

Il valore di caduta di tensione nell'impianto elettrico in oggetto è stato di volta in volta verificato.

Distribuzione elettrica

Le dimensioni delle cassette/box consentiranno un agevole smistamento dei conduttori ed il contenimento dei morsetti isolati per le giunzioni.

Il numero e la posizione delle cassette saranno tali da rendere facilmente sfilabili i conduttori delle canalizzazioni. A titolo esemplificativo è riportata una tabella riferita al massimo di cavi unipolari che si possono infilare in tubi di diverso diametro.

TABELLA XX -

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI INTRODURRE NEI TUBI PROTETTIVI

Diametro esterno (mm)	Diametro interno (mm)	Sezione dei conduttori (mmq.)						
		(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
16	10,7	(4)	4	2				
20	14,1	(9)	7	4	4	2		
25	18,3	(12)	9	7	7	4	2	
32	24,3			12	9	7	7	3

Nota: i numeri tra parentesi riguardano i cavi dei circuiti di comando e segnalazione.

Qualità dei materiali e luoghi di installazione

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche, o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative Norme CEI, alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ed alla Legge 791/77, devono inoltre possedere il riconoscimento dell'Istituto del Marchio di Qualità o di altre istituzioni equivalenti e riconosciute.

È raccomandata, nella scelta dei materiali, la preferenza di prodotti nazionali.

Tutti gli apparecchi devono riportare i dati di targa ed eventuali istruzioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Controlli e verifiche

Le norme CEI richiedono per gli impianti elettrici dei controlli di rispondenza prima della loro messa in funzione e dei controlli periodici per riscontrare la loro funzionalità nel tempo.

Come già indicato al termine dei lavori occorrerà realizzare una misura della resistenza di terra e verificarne il coordinamento con i dispositivi di interruzione automatica del circuito ($R_t \times I_{5s} < 50$).

L'installatore al termine dei lavori e prima della messa in funzione dell'impianto provvederà al controllo dell'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità eseguendo le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge (CEI 64-8).

Esame a vista

Rispondenza dell'impianto agli schemi ed elaborati tecnici;

Controllo preliminare dei sistemi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
Controllo dell'idoneità dei componenti, delle modalità di installazione e d'uso;
Controllo delle caratteristiche di installazione delle condutture:

- tracciati delle condutture
- sfilabilità dei conduttori
- calibratura interna dei tubi
- grado di isolamento dei conduttori
- separazione delle condutture di sistemi diversi o a circuiti di sicurezza
- sezioni minime dei conduttori
- corretto uso dei colori di identificazione
- verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

Misure e prove

Misura della caduta di tensione

Misura della resistenza di isolamento

Prova della continuità dei circuiti di protezione

Misura della resistenza di terra o della resistenza dell'anello di guasto

Prova dell'efficienza dei dispositivi differenziali

Misura fotometrica dei valori d'illuminamento alle altezze di riferimento, per l'illuminazione ordinaria e per quella di emergenza.

Calcoli di controllo

- Determinazione delle correnti di impiego dei circuiti principali
- Controllo del coordinamento fra I_b , I_n , I_z
- Coordinamento fra correnti di corto circuito, dispositivi di protezione e condutture
- Controllo del grado di selettività dei dispositivi di protezione

Manutenzione e verifiche periodiche

Gli interventi da effettuare con cadenza periodica si possono riassumere in:

- manutenzione ordinaria per la quale non è necessaria la "Dichiarazione di conformità" (per esempio la sostituzione di lampade)
- manutenzione di tipo straordinaria dove l'impresa esecutrice deve possedere i requisiti previsti dal decreto 37/2008 e rilasciare la "Dichiarazione di conformità" (ad esempio modifiche od integrazioni dell'impianto)
- verifiche periodiche che saranno: verifica dell'efficienza degli interruttori differenziali, da effettuarsi con cadenza annuale mediante apposito strumento che misura il tempo di intervento degli interruttori; misura della resistenza dell'anello di guasto, della continuità dei conduttori di protezione e dell'isolamento dei conduttori, da effettuarsi con cadenza biennale.
- La relazione delle verifiche periodiche dovrà essere conservata con la documentazione tecnica dell'immobile e resa disponibile per verifiche da parte delle autorità preposte.

Varie

Le normative emesse successivamente alla data del presente documento, dovranno essere utilizzate per quanto applicabile al presente Appalto.

La rispondenza degli impianti alle norme sopra indicate dovrà essere intesa nel senso più restrittivo e cioè non solo l'esecuzione dell'impianto dovrà essere rispondente alle norme ma, anche ogni singolo componente.

Tutti i materiali previsti dovranno essere muniti del marchio di identificazione e del marchio IMQ; in ogni caso dovranno risultare costruiti e collaudati secondo le relative norme CEI che, data la loro moltitudine, non sono qui elencate.

Il tutto dovrà essere eseguito nel rispetto delle prescrizioni tecniche per l'esecuzione degli impianti elettrici alla regola dell'arte. L'impianto dovrà essere eseguito da installatore qualificato che rilascerà apposita Dichiarazione di Conformità alla regola dell'arte.

Le forme e le principali dimensioni delle opere da realizzate, risultano dai disegni allegati, salvo quanto eventualmente precisato e dichiarato all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.