

# METC ING

## STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA

**PER.IND. ERNESTO STELLA**  
n° 1225 Collegio dei Periti di Bergamo

**DOTT.ING. CRISTINA RAMORINO**  
n° 2695 Ordine degli Ingg. di Bergamo

**PER.IND. MATTEO VILLA**  
n° 1468 Collegio dei Periti di Bergamo

Piazzale San Paolo n°2, 24128 Bergamo - C.F. P.IVA: 02602840163  
Tel./Fax 035.26.10.86 - email: [info@metcing.com](mailto:info@metcing.com)

<b>COMMITTENTE</b>	COMUNE DI CALUSCO D'ADDA (BG)	<b>PROGETTISTA:</b> Per.ind. Ernesto Stella
		<b>TIMBRO E FIRMA:</b>
<b>TITOLO</b>	EFFICIENTAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO Piazza San Fedele n°258 e Via dei Tigli n°163, Calusco d'Adda (BG)	
<b>OGGETTO</b>	PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO RELAZIONE TECNICA	

REV.	DESCRIZIONE	RED.	CONT.	APP.	DATA
0	Emissione progetto definitivo/esecutivo	VM	VM	ES	26/09/2019

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	RIFERIMENTO PER COMMITTENTE
085/18	ERE.051.0	

## GENERALITÀ

La presente relazione illustrativa intende fornire la descrizione degli interventi di efficientamento ed adeguamento degli impianti elettrici a servizio della Scuola Primaria, ubicata in Piazza San Fedele n°258, e della Scuola Secondaria di Primo Grado, ubicata in via dei Tigli 163, del Comune di Calusco D'Adda, provincia di Bergamo.

La scuola primaria si sviluppa su 3 livelli:

- Piano seminterrato: archivi e aule/laboratorio
- Piano terra: ingresso, segreteria, aule
- Piano 1° e sottotetto: aule e laboratori

La scuola secondaria di primo grado si sviluppa su 3 livelli:

- Piano seminterrato: laboratori
- Piano rialzato: ingresso, aule, direzione, sala professori, auditorium
- Piano 1°, 2°, 3°: aule, laboratori

Gli interventi di efficientamento energetico riguarderanno nello specifico il sistema di illuminazione degli ambienti.

Gli obiettivi degli interventi sono i seguenti:

- adeguamento degli impianti elettrici alla normativa cogente: CEI 64-8, UNI EN 12464-1, CEI EN 61439-1/2
- efficientamento ed automazione degli impianti esistenti nel rispetto delle indicazioni della UNI EN 15232 e delle specifiche del Bando del "Fondo Regionale per l'efficienza energetica" – FREE

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	2 DI 12

## NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici e speciali saranno realizzati in conformità alla normativa vigente e alle Norme CEI, con particolare riferimento alle seguenti:

- CEI 64-8: Impianti elettrici in bassa tensione.
- CEI EN 61439-1/2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- UNI EN 12464-1: Illuminazione dei luoghi di lavoro
- UNI UNI EN 12193 - impianti d'illuminazione per impianti sportivi al coperto
- CEI EN 62305-1: Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali
- CEI EN 62305-2: Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del Rischio
- CEI EN 62305-3: Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita
- CEI EN 62305-4: Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture
- UNI 9795: sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio
- UNI 1838: illuminazione di emergenza
- DLgs n°81 del 09/04/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- DM n°37 del 22/01/2008
- DM 26/08/1992: norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica
- Prescrizioni dell'Ente distributore di energia

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	3 DI 12

## CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

Entrambe le scuole, rientrando nelle attività soggette al controllo dei VV.F. di cui al DPR 151/2011, attività n°67, categoria B, è classificata come:

### LUOGO A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

In questi locali è necessario rispettare le prescrizioni previste dalla norma CEI 64-8, parte 7, capitolo 751 e dal DM 26/08/1992.

## CARATTERISTICHE DELLA FORNITURA DI ENERGIA

I sistemi di distribuzione sono del tipo TT.

L'energia per i fabbricati è fornita in BT - 3F+N -  $V_n=230/400V$  - 50Hz, non sono previsti aumenti di potenza.

## DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO

### 1 - IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA LOCALI EDIFICO SCOLASTICO (SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI PRIMO GRADO)

L'attuale impianto di illuminazione ordinaria è caratterizzato da una molteplicità di apparecchi, dotati in prevalenza di sorgenti di tipo fluorescente, con ottiche non adeguate e non in grado di garantire i livelli di illuminamento minimi previsti dalle norme.

Allo scopo di individuare i prodotti adeguati alle necessità, la progettazione dell'impianto di illuminazione degli ambienti è stata condotta ai sensi della Norma UNI EN 12464-1: Illuminazione dei luoghi di lavoro e nel rispetto dei seguenti punti:

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	4 DI 12

- riduzione dei livelli d'illuminamento al di fuori delle zone di lavoro;
- maggiore integrazione tra illuminazione artificiale e naturale;
- impiego di fattori di riflessione ottimali per le superfici dei locali;
- impiego dell'illuminazione direzionale;
- uso di sorgenti luminose con un'appropriata resa dei colori;
- scelta del fattore di manutenzione adeguato a ciascun corpo illuminante ed relativo impiego.

Si riportano, nella tabella seguente, i valori di riferimento per ciascun tipo di ambiente:

<b>Luogo o attività</b>	<b>Em (lx)</b>	<b>UGR<sub>L</sub></b>	<b>U<sub>0</sub></b>	<b>Ra</b>
<i>Zone di circolazione</i>				
Zone di circolazione e corridoi	100	25	0,40	80
<i>Locali scolastici</i>				
Auditorium, sale lettura	500	19	0,6	80
Lavagne e schermi bianchi	500	19	0,7	80
Aule educazione artistica	500	19	0,6	80
Aule pratica della musica	300	19	0,6	80

<b>Luogo o attività</b>	<b>Em (lx)</b>	<b>UGR<sub>L</sub></b>	<b>U<sub>0</sub></b>	<b>Ra</b>
Aule educazione tecnica e laboratori	500	19	0,6	80
Laboratori d'informatica	300	19	0,6	80
Aule lavori manuali	500	19	0,6	80
Aule generiche	300	19	0,6	80
Sala professori	300	19	0,6	80
Biblioteca: zone lettura	500	19	0,6	80
Magazzino materiale didattico	100	25	0,4	80
<i>Uffici</i>				
Archiviazione, copiatura	300	19	0,4	80
Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	19	0,6	80
Reception	300	22	0,6	80
Archivi	200	25	0,4	80

Ove  $E_M$  è il valore minimo dell'illuminamento medio mantenuto nella zona di lavoro;  $U_0$  è l'uniformità  $E_{min}/E_M$ ;  $R_a$  è il valore minimo richiesto dell'indice di resa dei colori, per ogni luogo o attività lavorativa;  $UGR$  è massimo valore per l'indice unificato dell'abbagliamento

<b>CODICE PROGETTO</b>	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO</b>	<b>PAG.</b>
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	5 DI 12

È prevista la sostituzione di tutti gli apparecchi di illuminazione con nuovi apparecchi dotati di sorgente LED ad altissima resa e con ottiche idonee per gli ambienti ove sono installati, con particolare riferimento alle aule e agli uffici.

In alcuni locali, è stato necessario prevedere il potenziamento dell'illuminazione per rispettare le prescrizioni illuminotecniche della norma UNI EN 12464-1.

Gli apparecchi di nuova installazione saranno in grado di garantire i livelli di illuminamento richiesti e di offrire massimo comfort visivo agli utenti.

L'installazione di tali apparecchi permetterà di ridurre drasticamente i consumi, grazie all'efficienza della sorgente LED.

I nuovi corpi illuminanti, destinati ad aule e laboratori, sono dotati di sorgente LED ed hanno le seguenti caratteristiche:

- Struttura in metallo a bassissimo profilo, di forma rettangolare o quadrata (secondo il tipo di apparecchio esistente da sostituire)
- Potenza sorgente LED pari a 33W
- Flusso nominale emesso pari a 3600lm, con temperatura colore 4000°K
- CRI $\geq$ 80
- UGR $<$ 19
- Classe 1, grado di protezione IP20

Nell'intervento è compresa la rimozione e lo smaltimento secondo la normativa vigente degli attuali corpi illuminanti.

Si è ipotizzato di mantenere, ove esistente il precedente punto d'installazione per il corpo illuminante.

L'installazione dei corpi illuminanti nelle aule e nei laboratori della scuola primaria prevede che siano posati con una pendinatura a circa 50cm dal soffitto.

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	6 DI 12

## 2 - IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PALESTRA (SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO)

La progettazione impianti d'illuminazione è stata condotta ai sensi della Norma UNI EN 12193 - impianti d'illuminazione per impianti sportivi al coperto e nel rispetto dei seguenti punti:

- Raggiungimento dei livelli di illuminamento e uniformità secondo l'utilizzo previsto
- Riduzione dell'abbagliamento
- Uso di sorgenti luminose con un'appropriata resa dei colori

Per lo studio illuminotecnico le superfici di calcolo considerate sono poste ad  $h=0m$ , in conformità a quanto richiesto dalla norma.

L'utilizzo di sorgenti LED permette di ottenere tempi di accensione immediati dei corpi illuminanti.

Il livello di attività previsto per l'impianto in oggetto, secondo la classificazione della norma UNI EN 12193, è pari a "1: Attività non agonistiche". Si riportano, nella tabella seguente, i valori di riferimento per ciascun tipo attività atletica:

Attività	Livello attività	Em (lx)	Emin/Em
<i>Atletica leggera</i>	3	500	0,7
	2	300	0,6
	<b>1</b>	<b>200</b>	<b>0,5</b>

Ove Em è il valore minimo dell'illuminamento medio mantenuto sulla specifica pista e Emin/Em rappresenta l'uniformità misurata come rapporto fra E minimo e E medio.

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	7 DI 12

I nuovi corpi illuminanti, destinati alla palestra scuola media, sono dotati di sorgente LED ed hanno le seguenti caratteristiche:

- Proiettore a parete orientabile, corpo in alluminio pressofuso, con alettature di raffreddamento., Ottiche realizzate in PMMA con alta resistenza alla temperatura e ai raggi UV. Diffusore in vetro temperato sp. 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. DIFFONDENTE
- Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore.
- Potenza sorgente LED pari a 157W
- Flusso nominale emesso pari a 19683lm, con temperatura colore 4000°K
- CRI $\geq$ 80
- Classe 1, grado di protezione IP66

### 3 - IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

#### Scuola primaria

L'attuale impianto per l'illuminazione di emergenza è stato revisionato ed adeguato alle normative recentemente, utilizzando sorgenti LED, pertanto non è stato oggetto di ulteriori variazioni.

#### Scuola secondaria di primo grado

L'attuale impianto per l'illuminazione di emergenza risulta carente e non funzionante: mancano di fatto gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza nei corridoi ed alcuni punti in corrispondenza delle uscite di sicurezza.

Per tale motivo nello studio è prevista la completa sostituzione ed implementazione in tutti i locali di nuovo impianto luce emergenza mediante apparecchi, dotati di sorgente LED ad altissima resa, in grado di garantire i livelli di illuminamento di emergenza prescritti.

Gli apparecchi, inoltre, saranno dotati di tecnologia "autotest", in grado di controllare in tempo reale lo stato della lampada e degli accumulatori e di segnalare mediante LED colorati eventuali anomalie.

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	8 DI 12



#### **4 - RAFFRONTO ENERGETICO ED ECONOMICO FRA SITUAZIONE ATTUALE E DOPO INTERVENTO**

A seguire è riportata una tabella di confronto che evidenzia i risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito degli interventi realizzati con il presente progetto.

Nelle note sono indicati i coefficienti e le ore di utilizzo stimate.

Le sorgenti LED hanno una vita attesa non inferiore a 80.000h, contro le 10.000h stimate per le sorgenti fluorescenti: ciò corrisponde ad una sostituzione completa delle sorgenti fluorescenti ogni 5 anni.

Il tabulato mostra lo stato di fatto dell'impianto con lampade fluorescenti e la condizione con l'impiego di corpi illuminanti a LED ed analizza i costi di gestione complessivi delle due tipologie di corpi illuminanti, al fine di dimostrare la convenienza della soluzione con sorgenti LED.

I costi sono suddivisi in:

- costi di manutenzione: calcolati su 20 anni e successivamente suddivisi in costi annuali
- costi di energia: calcolati per ogni anno

<b>CODICE PROGETTO</b>	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO</b>	<b>PAG.</b>
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	9 DI 12

Scuola primaria

Elemento di confronto	FLC	LED
<b>Costi per manutenzione</b>		
Numero apparecchi totali	253	334
Potenza lorda totale	23.140 W	10.472W
Vita attesa sorgente	10.000 h	80.000 h
Numero di sostituzioni in 20 anni (*1)	5	0,6
Costo acquisto sorgenti (nei 20 anni)	25.300 €	24.742 €
Costo sostituzione sorgente (nei 20 anni)	31.625 €	5.010 €
Totale costo in 20 anni	56.925 €	29.752 €
<b>Totale costo annuo</b>	<b>2.846 €</b>	<b>1.488 €</b>
<b>Maggior risparmio /annuo (COSTO FL-COSTO LED)</b>	<b>1.358€</b>	
<b>Costi per energia</b>		
Fattore di contemporaneità	80%	80%
Potenza lorda totale	23.140 W	10.472W
Energia consumata(in un anno) (*3)	55.536 kWh	25.133 kWh
Costo energia (in un anno)	11.051 €	5.001 €
<b>Totale costo annuo</b>	<b>11.051 €</b>	<b>5.001 €</b>
<b>Maggior risparmio /annuo (COSTO FL-COSTO LED)</b>	<b>6.050 €</b>	
<b>Ammortamento soluzione LED</b>		
Costo di acquisto iniziale	45.861,5 € (*4)	
Maggior risparmio per manutenzione	<b>1.358€</b>	
Maggior risparmio per energia	<b>6.050 €</b>	
<b>Numero di anni per ammortamento costi</b>	<b>6,2</b>	

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	10 DI 12

Scuola secondaria di primo grado

<b>Elemento di confronto</b>	<b>FLC</b>	<b>LED</b>
<b>Costi per manutenzione</b>		
Numero apparecchi totali	270	323
Potenza lorda totale	26.870 W	11.641W
Vita attesa sorgente	10.000 h	80.000 h
Numero di sostituzioni in 20 anni (*1)	5	0,6
Costo acquisto sorgenti (nei 20 anni)	27.000 €	28.078 €
Costo sostituzione sorgente (nei 20 anni)	33.750 €	4.845 €
Totale costo in 20 anni	60.750 €	32.923 €
<b>Totale costo annuo</b>	<b>3.037 €</b>	<b>1.646 €</b>
<b>Maggior risparmio /annuo (COSTO FL-COSTO LED)</b>	<b>1.391€</b>	
<b>Costi per energia</b>		
Fattore di contemporaneità	80%	80%
Potenza lorda totale	26.870 W	11.641W
Energia consumata(in un anno) (*3)	64.488 kWh	27.938 kWh
Costo energia (in un anno)	12.833 €	5.560 €
<b>Totale costo annuo</b>	<b>12.833 €</b>	<b>5.560 €</b>
<b>Maggior risparmio /annuo (COSTO FL-COSTO LED)</b>	<b>7.273 €</b>	
<b>Ammortamento soluzione LED</b>		
Costo di acquisto iniziale	48.938,63 € (*4)	
Maggior risparmio per manutenzione	<b>1.391€</b>	
Maggior risparmio per energia	<b>7.273 €</b>	
<b>Numero di anni per ammortamento costi</b>	<b>6,7</b>	

<b>CODICE PROGETTO</b>	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO</b>	<b>PAG.</b>
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	11 DI 12

(\*1) = si ipotizzano 8 ore/giorno per 300gg/anno. Sono considerate anche sostituzioni intermedie non programmate.

(\*2) = si considerano l'uso contemporaneo dell'80% dei corpi ill.

(\*3) = si ipotizzano 8 ore/giorno per 300/anno(2400h)

(\*4) = l'importo indicato per l'acquisto è desunto dal Listino prezzi apparecchi illuminanti

Il periodo di rientro dell'investimento (smantellamento e sostituzione) risulta più lungo rispetto a progetti analoghi di efficientamento in quanto è stato necessario prevedere una somma aggiuntiva agli importi destinati all'efficientamento per l'integrazione dell'impianto d'illuminazione al fine di sopperire ad alcune carenze sui livelli di illuminamento degli ambienti.

Mentre sono esclusi gli oneri per l'adeguamento normativo dell'impianto di illuminazione d'emergenza.

Bergamo, 26.09.2019

il progettista  
Per.Ind. Ernesto Stella

CODICE PROGETTO	CODICE DOCUMENTO	COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO	PAG.
085/18	ERE.051.0	EFFICIENTAMENTO SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI CALUSCO D'ADDA RELAZIONE TECNICA	12 DI 12