

Relazione Illuminotecnica

Richiesta: **progettazione dell'illuminamento di una mensa scolastica 20*50*4 m³, apertura 40% lato Est a Roma.**

La Norma UNI EN 12464-1 ci dà come valori di riferimento da rispettare:

Illuminamento medio E_m di almeno 200 lx

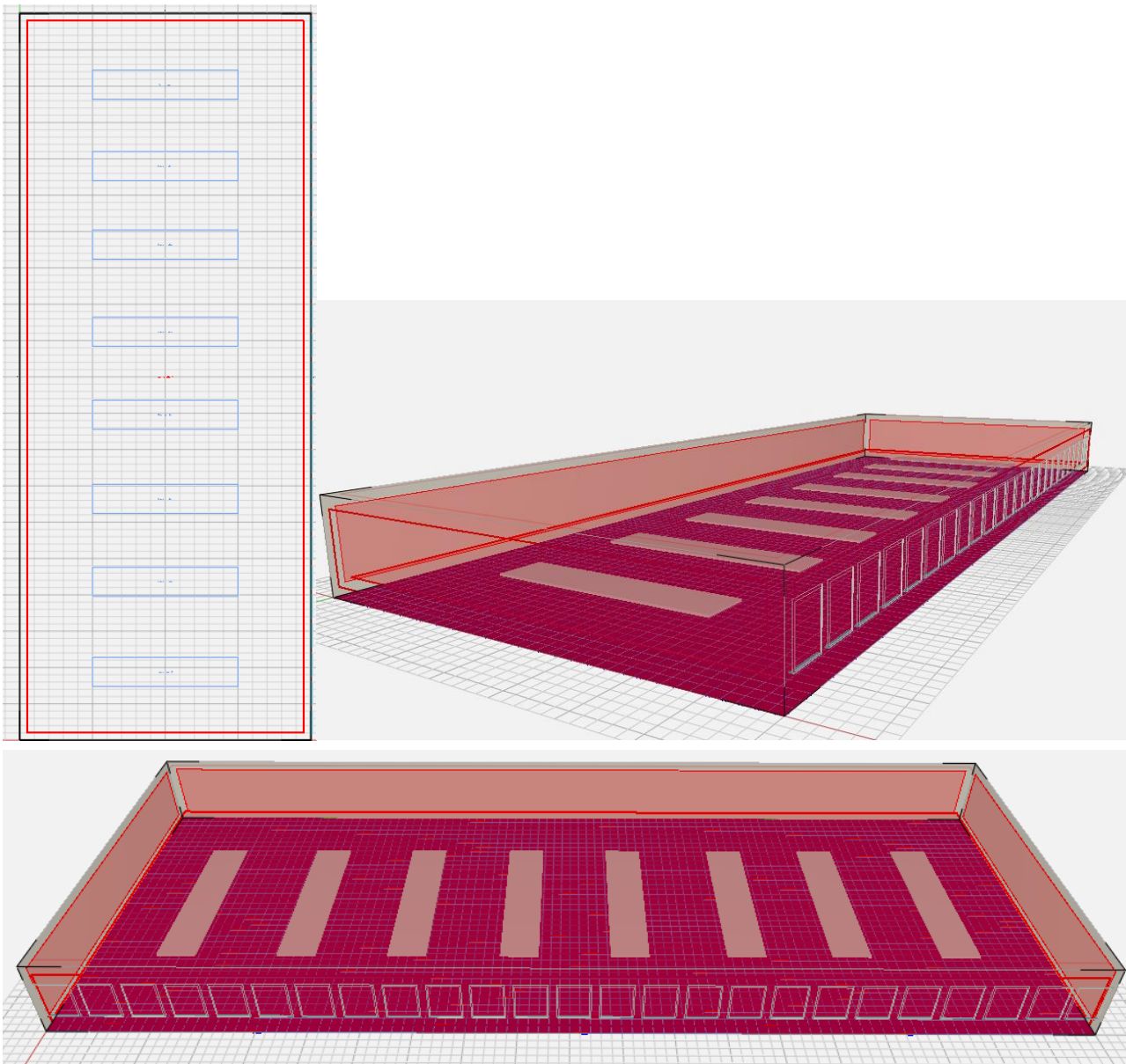
Fattore medio di luce diurna $\geq 2\%$

Indice di resa cromatica $R_a \geq 80$

Uniformità di illuminamento nella zone del compito ≥ 0.7

Uniformità di illuminamento nella zone circostanti al compito ≥ 0.5

6.2 Locali scolastici					
N° riferimento	Tipo di interno, compito o attività	E_m lx	UGR _L	R_a	Note
6.2.1	Aule scolastiche	300	19	80	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile.
6.2.2	Aule per corsi serali e per adulti	500	19	80	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile.
6.2.3	Sale lettura	500	19	80	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile.
6.2.4	Lavagna	500	19	80	Evitare le riflessioni speculari.
6.2.5	Tavolo per dimostrazioni	500	19	80	In sale lettura 750 lx.
6.2.6	Aule educazione artistica	500	19	80	
6.2.7	Aule educazione artistica in scuole d'arte	750	19	90	$T_{cp} \geq 5\,000\text{ K}$
6.2.8	Aule per disegno tecnico	750	16	80	
6.2.9	Aule per educazione tecnica e laboratori	500	19	80	
6.2.10	Aule lavori artigianali	500	19	80	
6.2.11	Laboratorio di insegnamento	500	19	80	
6.2.12	Aule di pratica della musica	300	19	80	
6.2.13	Laboratori di informatica	300	19	80	Per lavoro con attrezzature munite di videoterminale vedere punto 4.11.
6.2.14	Laboratori linguistici	300	19	80	
6.2.15	Aule di preparazione e officine	500	22	80	
6.2.16	Ingressi	200	22	80	
6.2.17	Zone di circolazione, corridoi	100	25	80	
6.2.18	Scale	150	25	80	
6.2.19	Sale comuni per gli studenti e aula magna	200	22	80	
6.2.20	Sale professori	300	19	80	
6.2.21	Biblioteca: scaffali	200	19	80	
6.2.22	Biblioteca: zone di lettura	500	19	80	
6.2.23	Magazzini materiale didattico	100	25	80	
6.2.24	Palazzetti, palestre, piscine (uso generale)	300	22	80	Per attività più specifiche devono essere utilizzati i requisiti della EN 12193.
6.2.25	Mensa	200	22	80	
6.2.26	Cucina	500	22	80	



Avendo un'apertura del 40% lato Est, ho inserito 25 finestre da $1.6 \times 2 \text{ m}^2$ in modo da avere 80 m^2 di apertura, cioè il 40% di $50 \times 4 \text{ m}^2$.

Ho scelto:

il pavimento di colore rosso con indice di riflessione $r = 0.2$;

le pareti grigio chiaro con $r = 0.5$;

il soffito bianco con $r = 0.8$.

La superficie utile rispetto a cui Relux ci dà i valori a cui siamo interessati si trova a 0.75 m da terra e a 0.5 m di distanza dalle pareti.

La superficie superiore dei tavoli si trova a 0.74 m da terra, ha dimensioni di $10 \times 2 \text{ m}^2$ ed è di colore bianco.

Vista l'altezza della stanza ho deciso di montare delle lampade sospese a 0.5 m dal soffitto.

Le lampade sono della marca RIDI, modello ABRF 128/54 SM, con una sorgente da 2600 lm per ogni lampada e resa cromatica 1B, cioè con R_a compreso tra 80 e 89.

ABRF ... SM

Parabolic mirror louvre SM in high-reflectance, matt anodised super-purity aluminium with silver coating

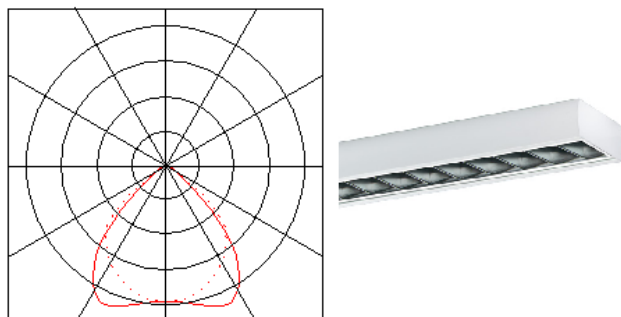
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 80.3%
Rendimento punto luce : 65.24 lm/W
Classificazione : A60 ↓ 100.0% ↑ 0.0%
CIE Flux Codes : 72 99 100 100 80
UGR 4H 8H : 16.6 / 17.0
Reattore/Alimentatore : Electronic ballast
Potenza : 32 W
Flusso luminoso : 2087.8 lm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome : FDH-Ø16
Potenza : 28 W
Temp. Di Colore : ww/2700K
Flusso luminoso : 2600 lm
Zoccolo : G5
Resa cromatica : 1B

Dimensioni : 1200 mm x 146 mm x 60 mm



Per decidere quante lampade devo montare uso il metodo del flusso totale:

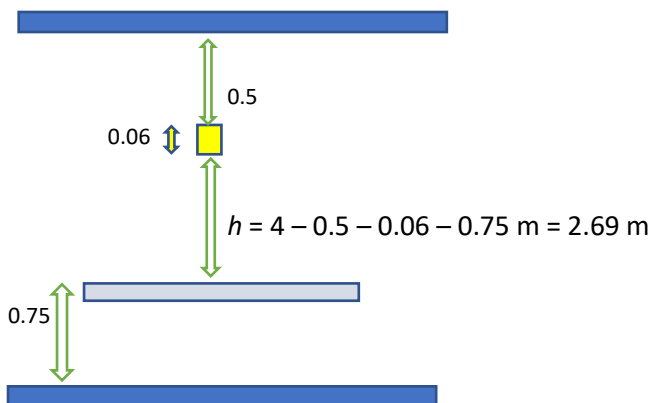
$$\text{Flusso totale: } \Phi_{tot} = \frac{A E_m}{u d}$$

$$\text{Superficie: } A = 20 * 50 = 1000 \text{ m}^2$$

$$\text{Illuminamento medio: } E_m = 200 \text{ lx}$$

Coefficiente di manutenzione: $d = 0.8$ (consigliato anche da Relux visto che ci troviamo in un luogo interno molto pulito)

Distanza tra punto luce e superficie da illuminare h :



$$\text{Indice del locale } i = K = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{20*50}{2.69(20+50)} = 5.31$$

Utilizzando le tabelle per trovare il coefficiente di utilizzazione u a partire dall'indice del locale i e dai coefficienti di riflessione r del soffitto, delle pareti e del pavimento, ottengo:


$$\begin{aligned} A \rightarrow K &= 0,5 \div 0,7 & C \rightarrow K &= 0,9 \div 1,2 & E \rightarrow K &= 1,4 \div 1,7 & G \rightarrow K &= 2,7 \div 4 \\ B \rightarrow K &= 0,7 \div 0,9 & D \rightarrow K &= 1,2 \div 1,4 & F \rightarrow K &= 1,7 \div 2,7 & H \rightarrow K &= 4 \div 6 \end{aligned}$$

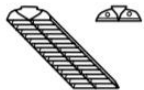
I tabulati sono validi per un coefficiente di riflessione del pavimento pari a $r_f = 20$

$i = K = 5.31$, quindi ci troviamo nel caso **H** nella tabella.

Seguendo gli indici di riflessione del soffitto $r = 0.8$ e delle pareti $r = 0.5$, per il riflettore metallico smaltato con alette per lampada fluorescente:

Tabella I. Fattori di utilizzazione per alcuni corpi illuminanti.

Tipo di apparecchio	r _c	80	70			50			30			10			0		
	r _w	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Fattore di utilizzazione																	
Sfera diffondente per lampada ad incandescenza 	A	.26	.19	.15	.24	.18	.14	.21	.16	.12	.17	.13	.10	.14	.11	.08	.07
	B	.33	.27	.21	.31	.25	.20	.27	.21	.19	.22	.18	.14	.18	.14	.12	.10
	C	.40	.32	.27	.37	.30	.25	.31	.25	.21	.26	.21	.18	.21	.17	.14	.12
	D	.45	.37	.32	.42	.35	.29	.35	.30	.25	.29	.25	.21	.23	.20	.17	.14
	E	.52	.44	.38	.48	.41	.36	.40	.35	.31	.33	.29	.26	.27	.24	.21	.18
	F	.60	.53	.48	.55	.50	.45	.47	.42	.38	.39	.35	.32	.31	.29	.26	.23
	G	.71	.66	.62	.65	.61	.58	.55	.52	.49	.46	.44	.42	.38	.36	.34	.30
	H	.87	.87	.87	.81	.81	.81	.70	.70	.70	.59	.59	.59	.49	.49	.49	.45

Riflettore metallico smaltato con alette lampada fluorescente 	A	.35	.29	.25	.34	.28	.25	.31	.27	.23	.29	.25	.22	.27	.23	.21	.19
	B	.44	.38	.33	.42	.37	.32	.39	.34	.31	.36	.32	.29	.33	.29	.27	.25
	C	.51	.45	.40	.49	.43	.39	.45	.40	.36	.41	.37	.34	.37	.34	.31	.29
	D	.57	.51	.46	.54	.49	.44	.49	.45	.41	.45	.41	.38	.41	.38	.35	.33
	E	.63	.58	.53	.60	.55	.51	.55	.51	.47	.50	.46	.44	.45	.42	.40	.38
	F	.71	.67	.63	.68	.64	.60	.61	.58	.55	.55	.53	.51	.50	.48	.46	.43
	G	.80	.77	.75	.76	.74	.71	.69	.67	.65	.62	.60	.59	.55	.54	.53	.50
	H	.91	.91	.91	.86	.86	.86	.77	.77	.77	.68	.68	.68	.61	.61	.61	.57

Otengo un indice di utilizzazione $u = 0.91$.

Quindi:

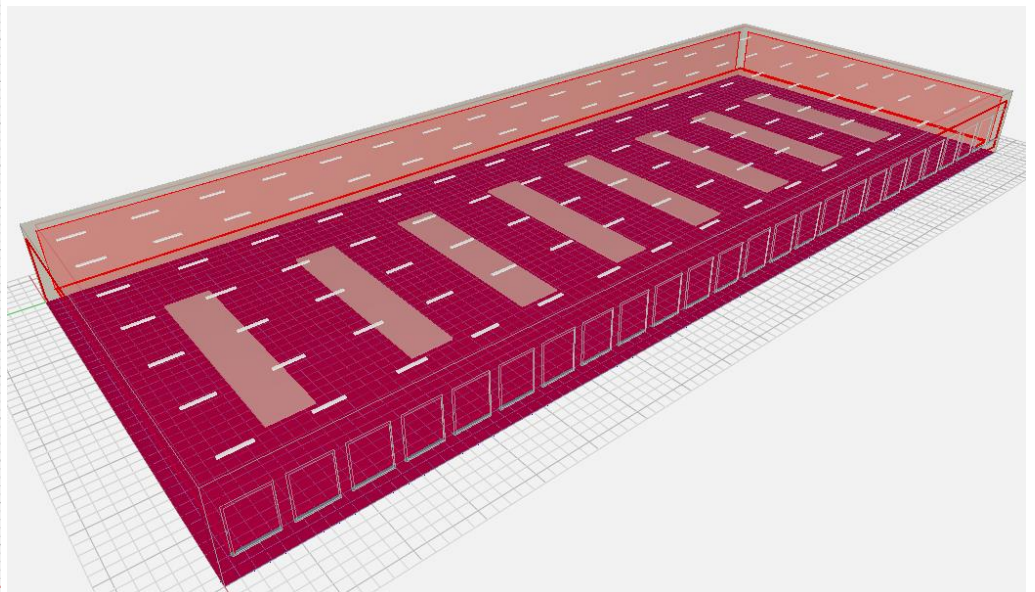
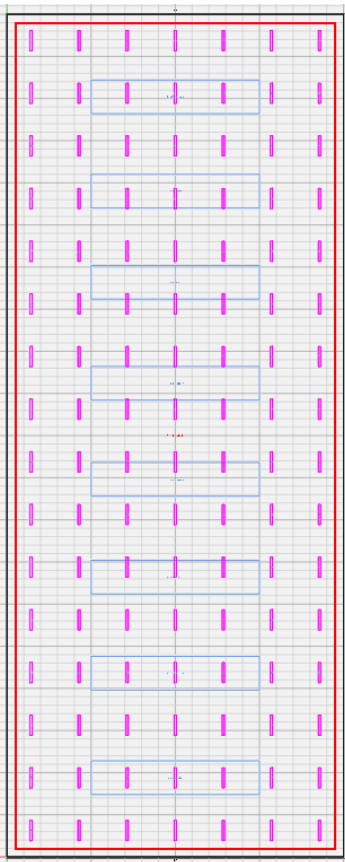
$$\text{Flusso totale: } \Phi_{tot} = \frac{A E_m}{ud} = \frac{1000m^2 * 200 \text{ lx}}{0.91 * 0.8} = 274\,726 \text{ lm}$$

$$\text{Per trovare il numero di lampade basta fare: } \frac{\Phi_{tot}}{\Phi_{lampada}} = \frac{274726}{2600} = 106 \text{ lampade}$$

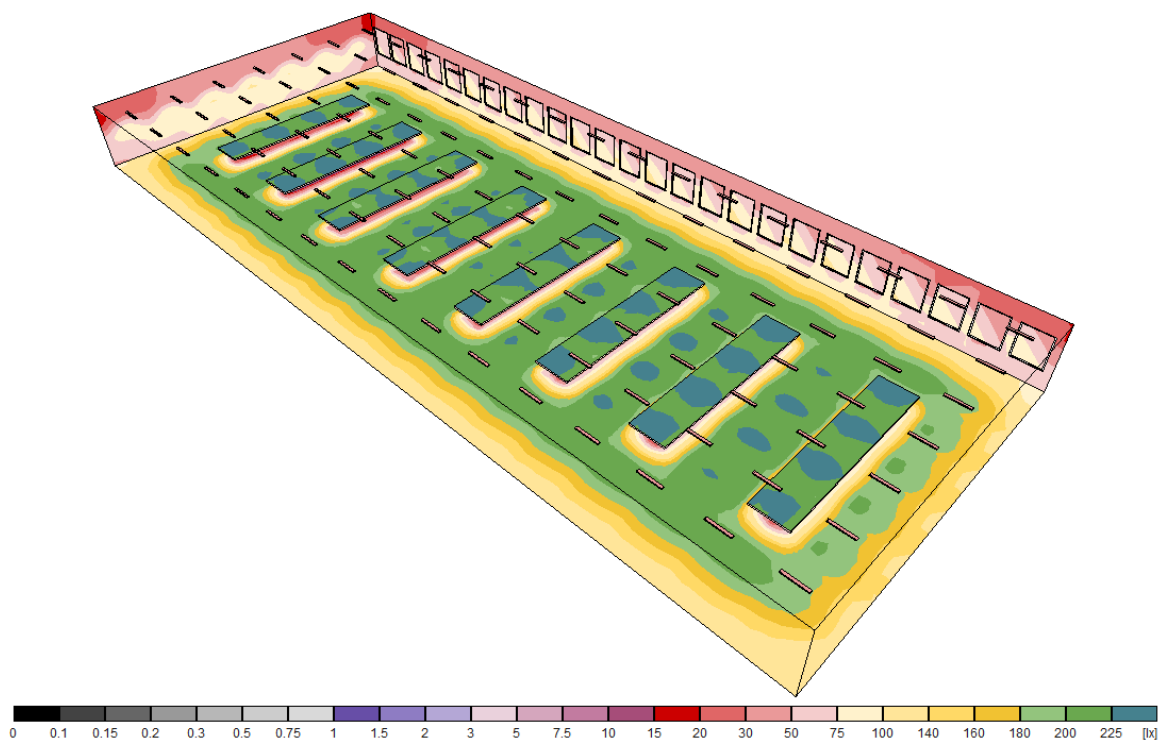
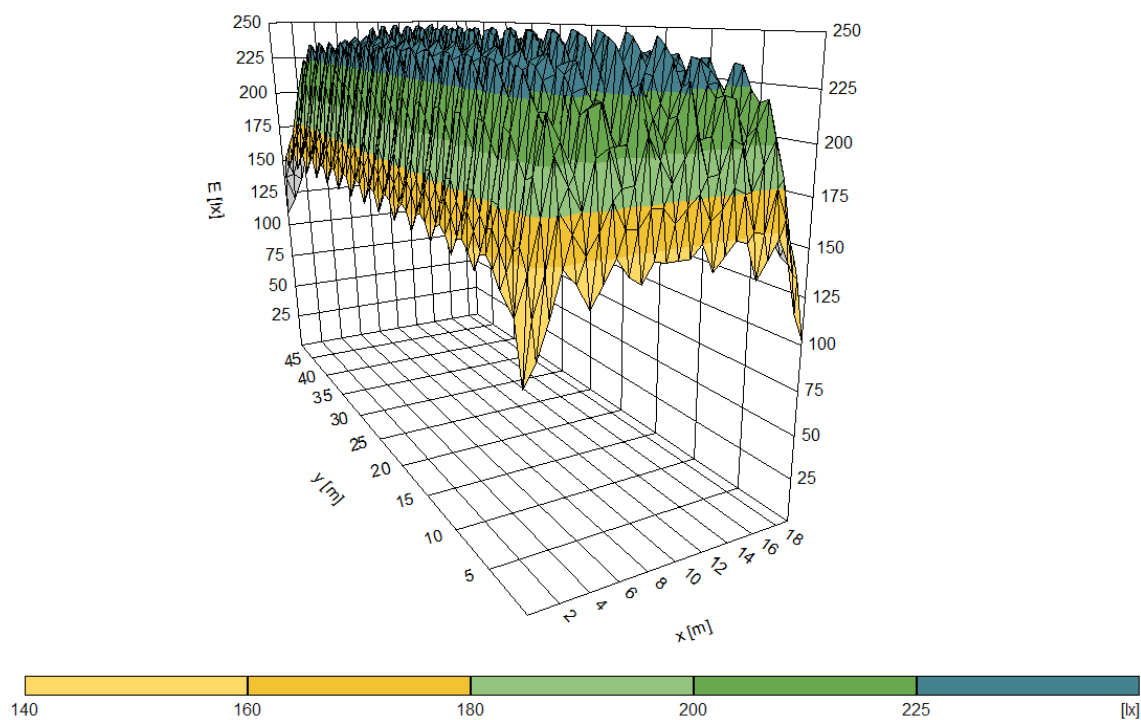
Siccome voglio un illuminamento uniforme decido di disporre le lampade in 16 file e 7 colonne, per un totale di 112 lampade.

Ottenendo così un flusso totale $\Phi_{tot} = 2600 \text{ lm} * 112 = 291\,200 \text{ lm}$

$$\text{e un illuminamento medio } E_m = \frac{291\,200 \text{ lm} * 0.91 * 0.8}{1000 \text{ m}^2} = 212 \text{ lx}$$



Eseguendo il calcolo in Relux con la luce artificiale, percentuale indiretta media e fattore di manutenzione = 0.8:



Le superfici dei tavoli hanno tutte un illuminamento tra i 200 e i 250 lx.

Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:

Altezza piano punti luce

Fattore di manutenzione

Percentuale indiretta media

3.50 m

0.80

Flusso Totale Lampade

291200.00 lm

Potenza totale

3584.0 W

Potenza totale per superficie (1000.00 m²)

3.58 W/m² (1.69 W/m²/100lx)

Area di valutazione 1

Superficie utile 1.1

Orizzontale

Em

212 lx

Emin

152 lx

Emin/Em (Uo)

0.72

Emin/Emax (Ud)

0.62

UGR (12.0H 8.0H)

<=16.8

Posizione

0.75 m

Superfici principali

Em

Uo

M 1.5 (Soffitto)

50 lx

0.56

M 1.1 (Parete)

69 lx

0.35

M 1.2 (Parete)

73 lx

0.34

M 1.3 (Parete)

69 lx

0.35

M 1.4 (Parete)

72 lx

0.35

Tipo Num. Marca

2 112

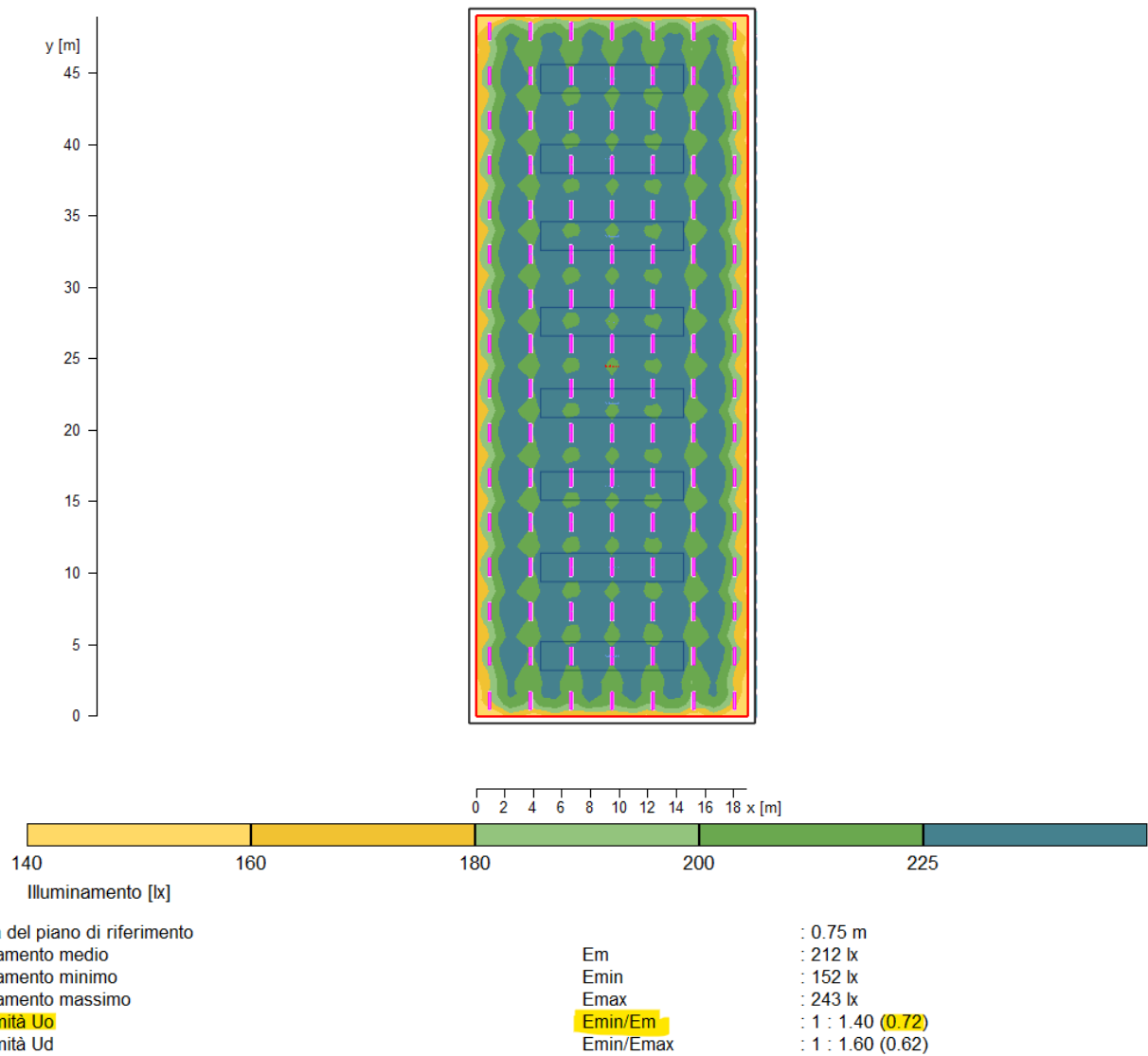
Ridi

Codice : ABRF 128/54 SM

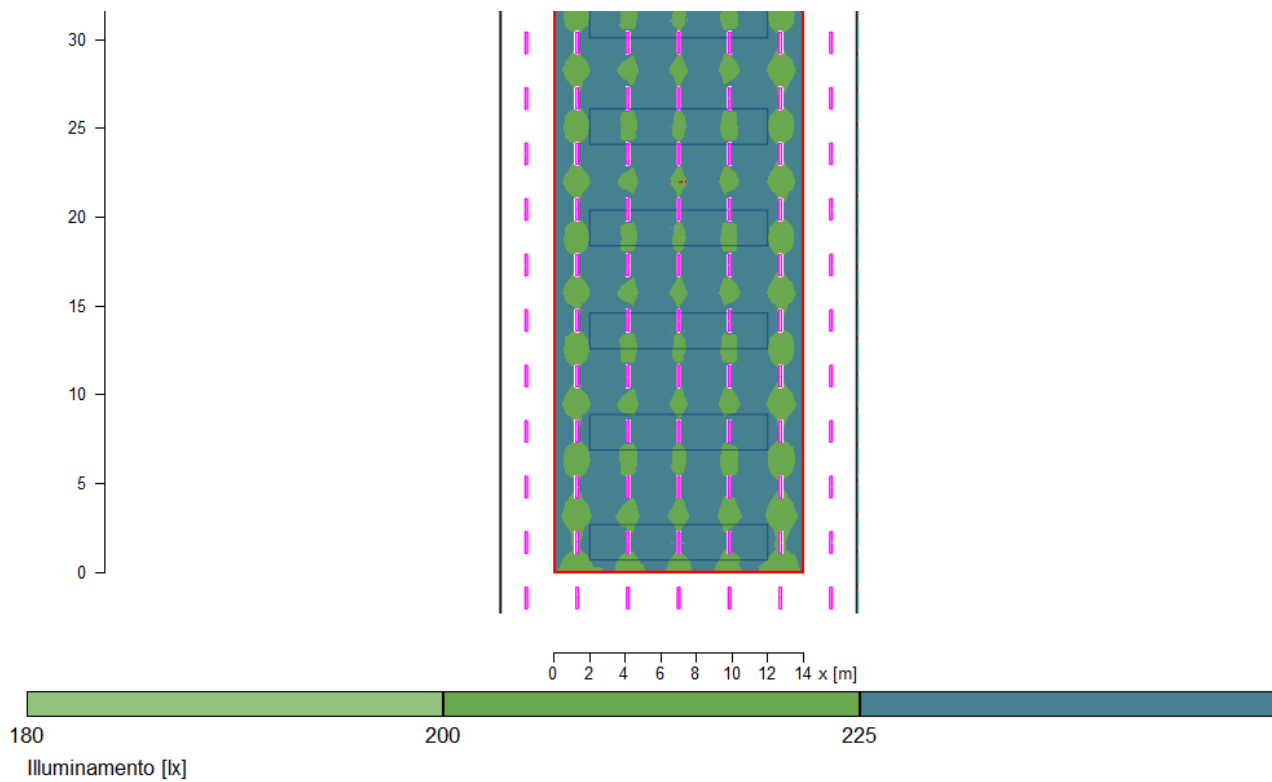
Nome punto luce : ABRF

Sorgenti : 1 x FDH-Ø16 28 W / 2600 lm

Dalla panoramica dei risultati possiamo notare che abbiamo soddisfatto i requisiti relativi all'illuminamento medio E_m >200 lx (E_m = 212 lx come trovato precedentemente nei calcoli).

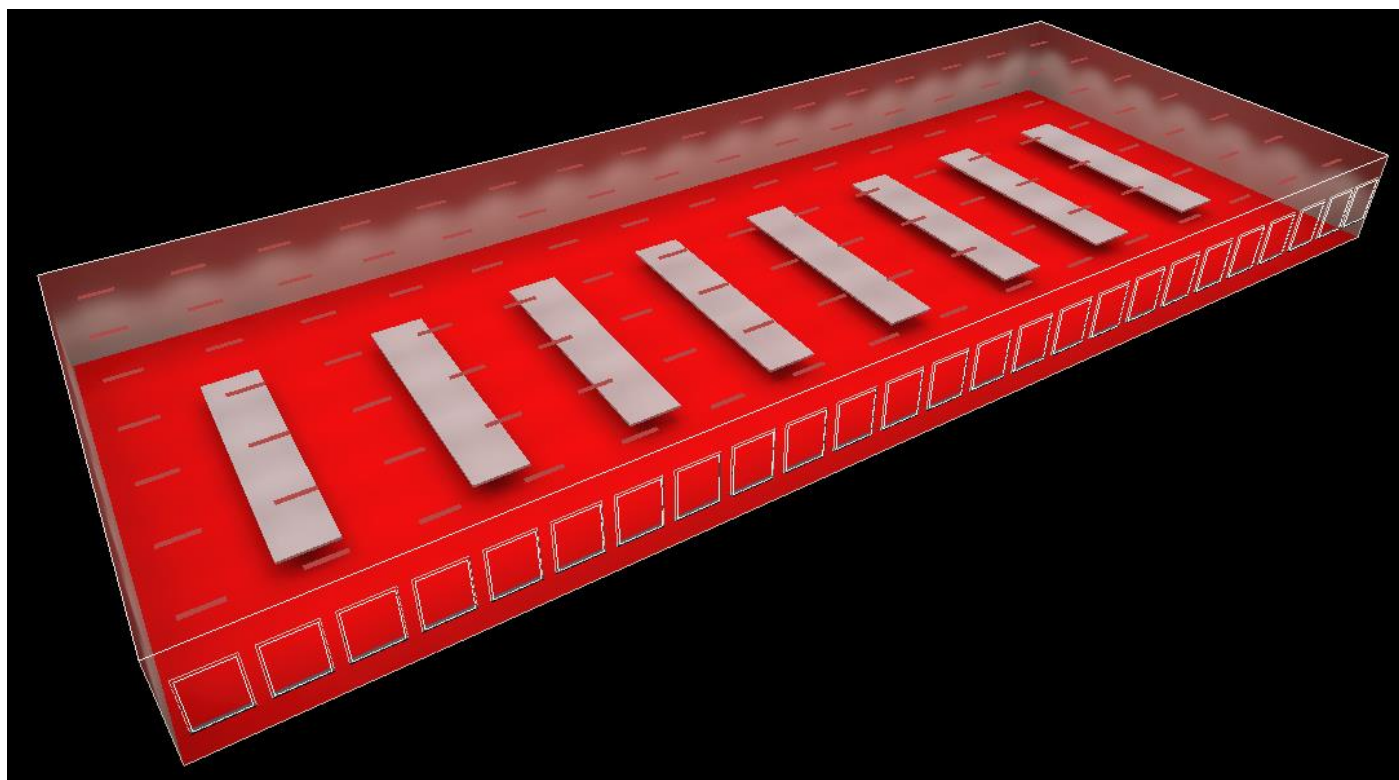


Considerando la superficie utile che arriva fino a 0.5 m dalle pareti, otteniamo un'uniformità di illuminamento $\frac{E_{min}}{E_{medio}}$ delle zone immediatamente circostanti al compito $U = 0.72$, cioè superiore allo 0.5, come richiesto dalla norma.

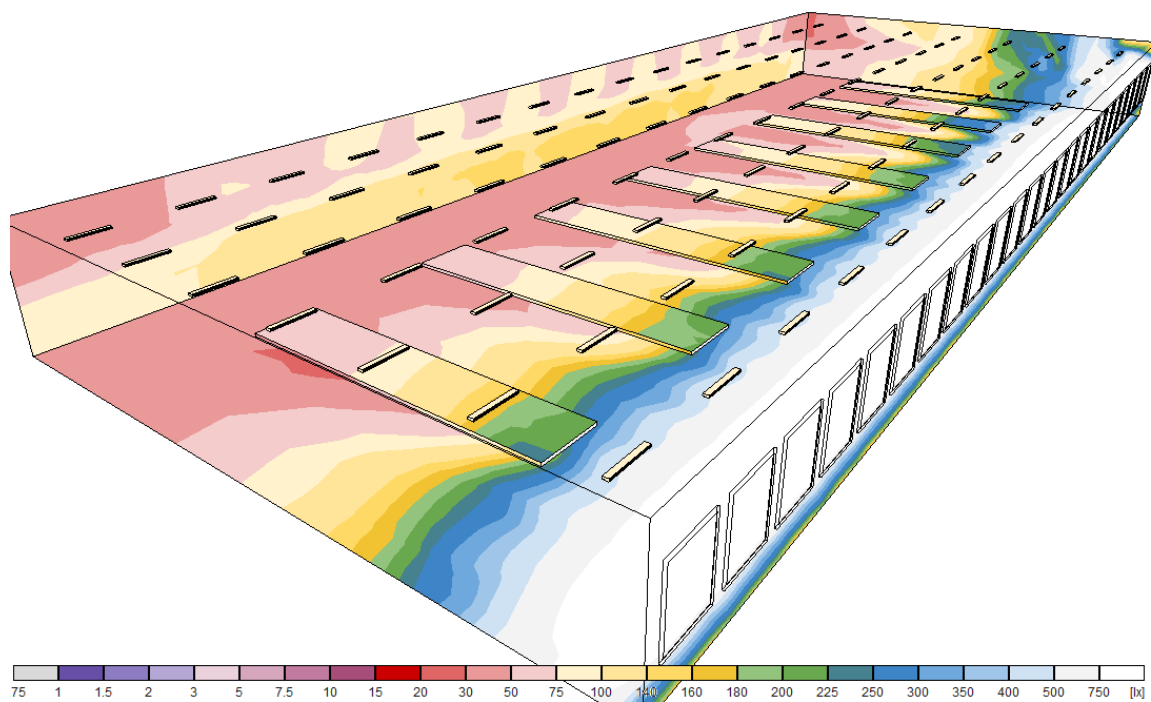
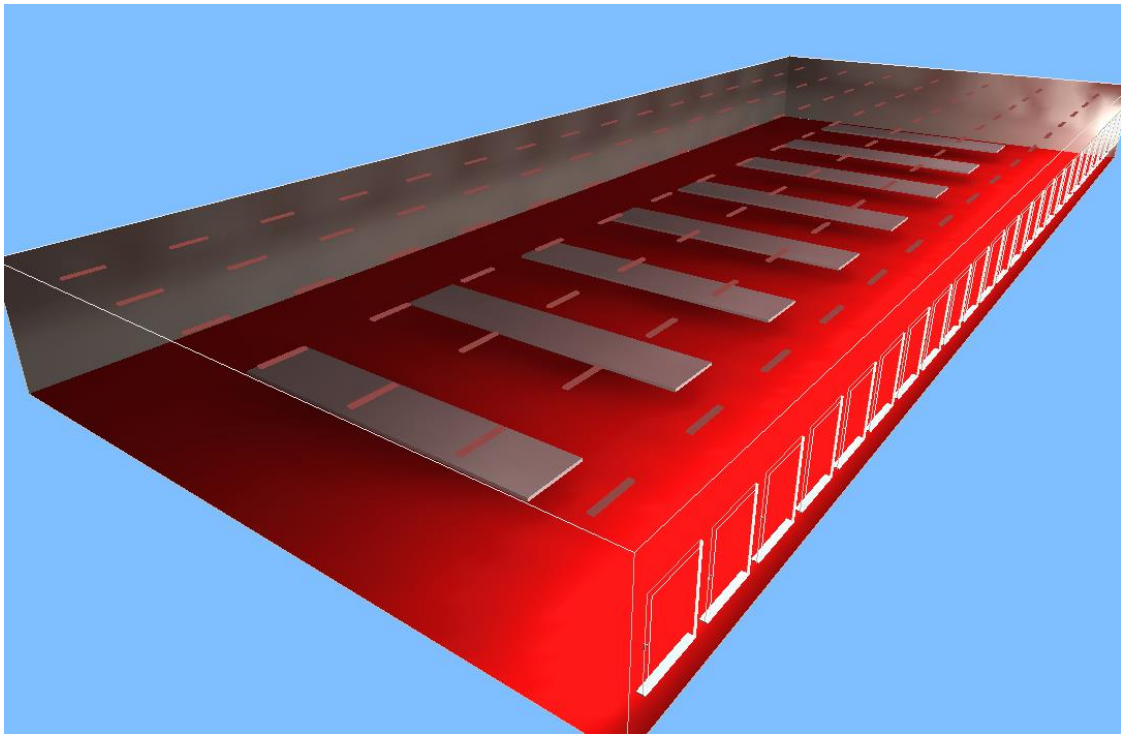


Altezza del piano di riferimento		: 0.75 m
Illuminamento medio	E_m	: 222 lx
Illuminamento minimo	E_{min}	: 198 lx
Illuminamento massimo	E_{max}	: 249 lx
Uniformità U_o	E_{min}/E_m	: 1 : 1.12 (0.89)
Uniformità U_d	E_{min}/E_{max}	: 1 : 1.26 (0.79)

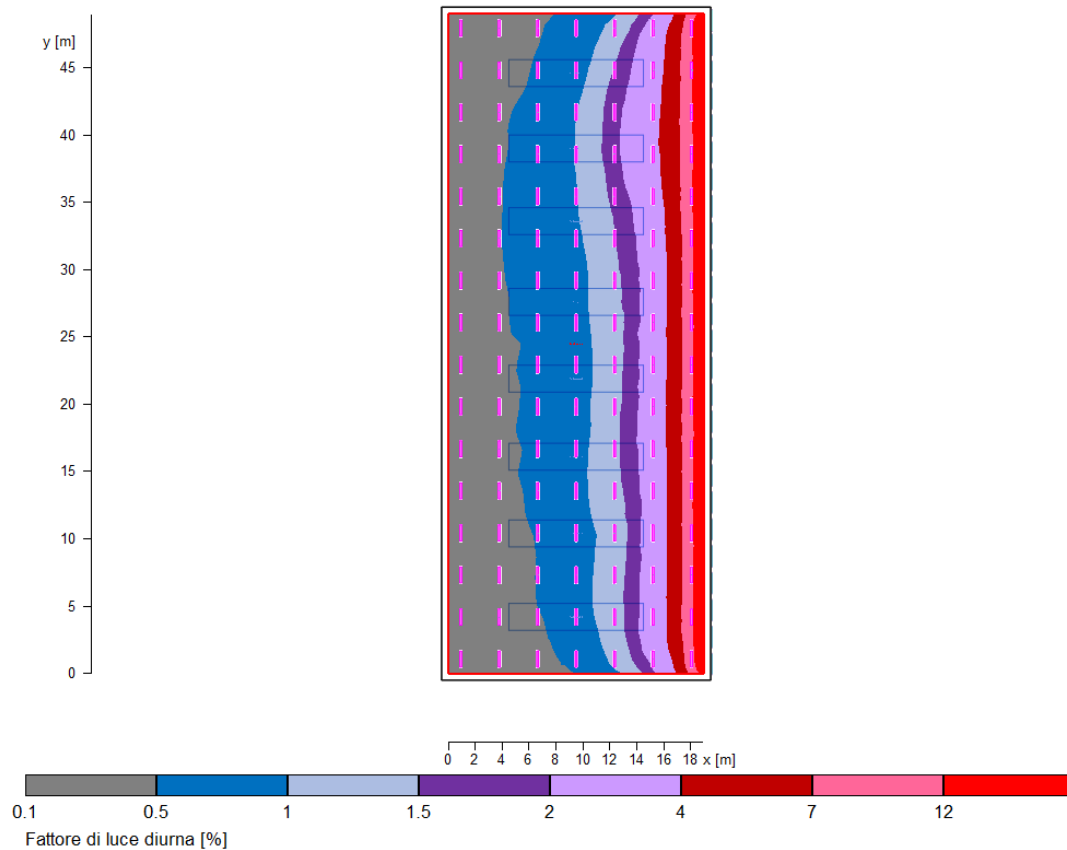
Considerando la superficie utile che arriva fino a 3 m dalle pareti (cioè esattamente nella zona del compito visivo in cui metteremo i tavoli), otteniamo un'uniformità di illuminamento $\frac{E_{min}}{E_{medio}}$ delle zone del compito $U = 0.89$, cioè superiore allo 0.7, come richiesto dalla norma.



Andando poi a svolgere il calcolo con la luce naturale, rispetto alla superficie utile su Relux:



Illuminamento alle 12:00 del 23/12 con cielo coperto



Il fattore medio di luce diurna imposto dalla norma per le mense nell'edilizia scolastica deve essere $\geq 2\%$.

Notiamo che questo valore è soddisfatto solo nella zona destra a ridosso delle finestre. Nel caso in cui fosse possibile bisognerebbe collocare delle finestre anche sulle altre tre pareti o dei lucernari sul soffitto, in modo da permettere un illuminamento naturale migliore e più uniforme all'interno della mensa.

Se per limiti strutturali non fosse possibile, allora dovremo illuminare la stanza con luce artificiale anche di giorno, magari tenendo accese le prime 5 colonne di luci a partire da sinistra e lasciando spente le ultime due (visto che si trovano nella zona in cui il fattore medio di luce diurna è $\geq 2\%$).