



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP



AEGIS
CANTARELLI + PARTNERS



STUDIO MATTIOLI
Architettura - Ingegneria - Energie



cooperative archeologia

PROGETTO DEFINITIVO DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



ALIMENTAZIONE ELETTRICA ELABORATI GENERALI RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO SSE

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA
ING. BARBARA BARALDI
GEOM. AGNESE FERRO
ARCH. VIRGINIA BORRELLO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ALBERTO FORCHINO

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. JEREMIE WAJS

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. MATTEO MARIOTTI

PIANI ECONOMICI E FINANZIARI
ING. BORIS ROWENCZYN

COMMESSA	FASE	LOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381	D	X00	IAE	XXX	RT	06	B		B381-D-X00-IAE-XXX-RT-06-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Nov. 2020	EMISSIONE	TORTORELLA	D'APOLLONIO	S. CAMINITI
B	GIUGNO 2021	Aggiornamento a seguito chiusura CdS e validazione PD	TORTORELLA	D'APOLLONIO	S. CAMINITI
C					
D					

Indice

1. PREMESSA.....	2
1.1 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	2
1.2 INQUINAMENTO LUMINOSO.....	2
2. DOCUMENTI DI CALCOLO	3

1. PREMESSA

Scopo del presente documento ha lo scopo di illustrare i criteri seguiti per dimensionare gli impianti di illuminazione delle Sottostazioni della nuova linea tramviaria da realizzare nell'ambito dei lavori della nuova linea Rossa della città di Bologna.

Programma di calcolo e verifica Dialux.

1.1 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Gli impianti sono stati progettati e dovranno essere realizzati nel rispetto delle norme tecniche:

- CEI EN 60598-1 - Apparecchi di illuminazione, parte prima: prescrizioni generali e prove
- CEI EN 60598-2 - Apparecchi di illuminazione, parte seconda: prescrizioni particolari. Apparecchi di illuminazione di emergenza.
- CEI EN 60598-3 - Apparecchi di illuminazione, parte terza: prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale
- CEI EN 60598-2-5 - Apparecchi di illuminazione, parte quarta: Prescrizioni particolari. Proiettori per illuminazione
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI EN 55015 - Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo delle apparecchiature elettriche di illuminazione e apparecchiature similari
- CEI EN 60598-1 - Apparecchi di illuminazione – Prescrizioni generali e Prove
- UNI EN 13032-1 - Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- UNI 10819 - Requisiti per la limitazione della dispersione del flusso luminoso.

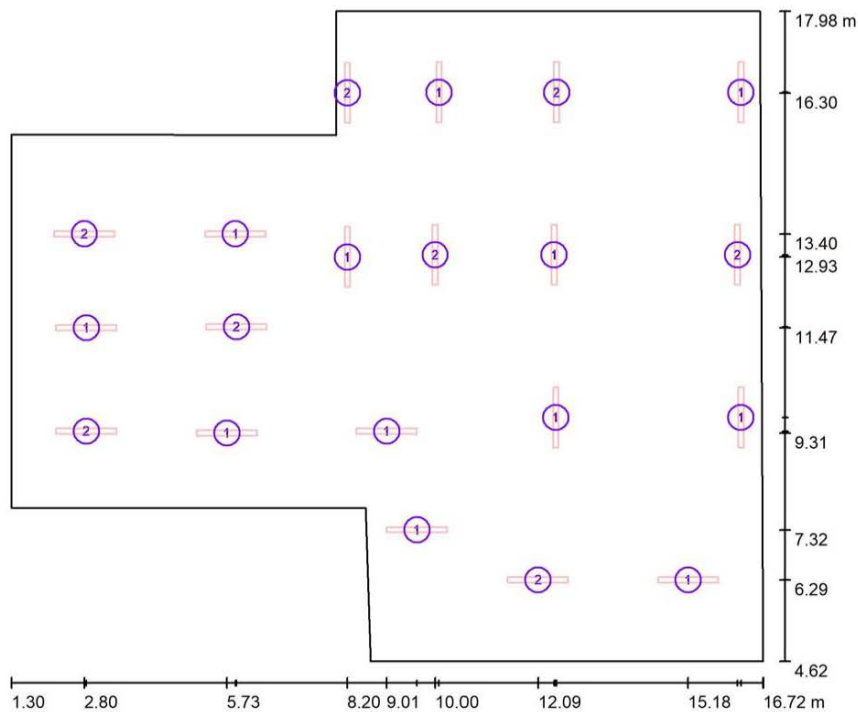
1.2 INQUINAMENTO LUMINOSO

E' stato verificato se i corpi illuminanti risultano inquinanti o meno: dai calcoli effettuati tutti gli impianti progettati risultano a norma.

2. DOCUMENTI DI CALCOLO

crivelli

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Lampade (planimetria)

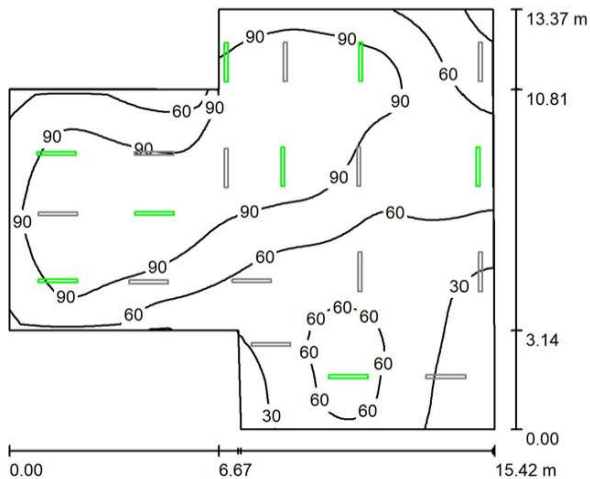


Scala 1 : 111

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	12	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance
2	8	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL-E 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 2 / Riepilogo



Altezza locale: 4.500 m, Altezza di montaggio: 4.500 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:172

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	73	11	120	0.152
Pavimento	20	65	13	103	0.201
Soffitto	70	8.78	0.01	723	0.002
Pareti (8)	50	46	3.04	1804	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
Reticolo: 64 x 64 Punti
Zona margine: 0.000 m

Scena illuminazione di emergenza (EN 1838):

Viene calcolata solo la luce diretta. Apporto luce riflessa non considerato.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	8	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL-E 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance (1.000)	3762	3763	51.4
Totale:			30099	30100	411.2

Potenza allacciata specifica: $2.48 \text{ W/m}^2 = 3.38 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Base: 165.63 m^2)

**SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 2 / Risultati
illuminotecnici**

Flusso luminoso sferico: 30099 lm
Potenza totale: 411.2 W
Fattore di
manutenzione: 0.80
Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	73	0.00	73	/	/
Pavimento	65	0.00	65	20	4.14
Soffitto	8.78	0.00	8.78	70	1.96
Parete 1	49	0.00	49	50	7.79
Parete 2	16	0.00	16	50	2.54
Parete 3	30	0.00	30	50	4.85
Parete 4	39	0.00	39	50	6.13
Parete 5	46	0.00	46	50	7.27
Parete 6	131	0.00	131	50	21
Parete 7	46	0.00	46	50	7.34
Parete 8	56	0.00	56	50	8.92

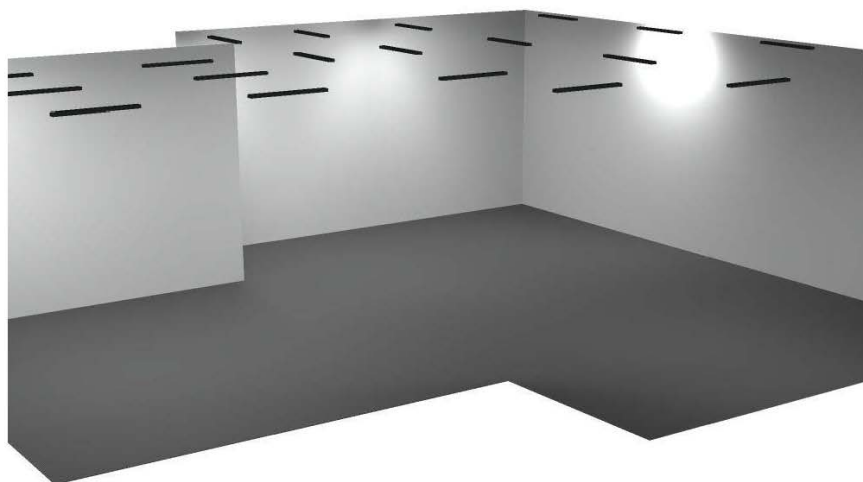
Regolarità sulla superficie utile
 E_{min} / E_m : 0.152 (1:7)
 E_{min} / E_{max} : 0.093 (1:11)

Scena illuminazione di emergenza (EN 1838):
Viene calcolata solo la luce diretta. Apporto luce riflessa non
considerato.

Potenza allacciata specifica: $2.48 \text{ W/m}^2 = 3.38 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Base: 165.63 m^2)

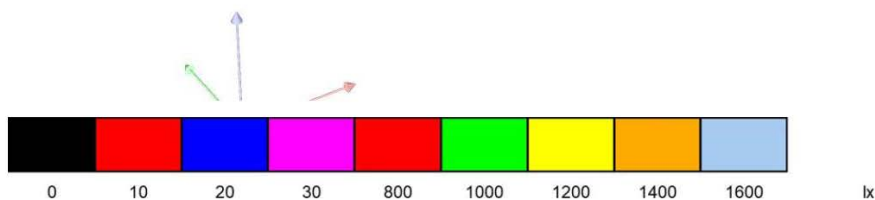
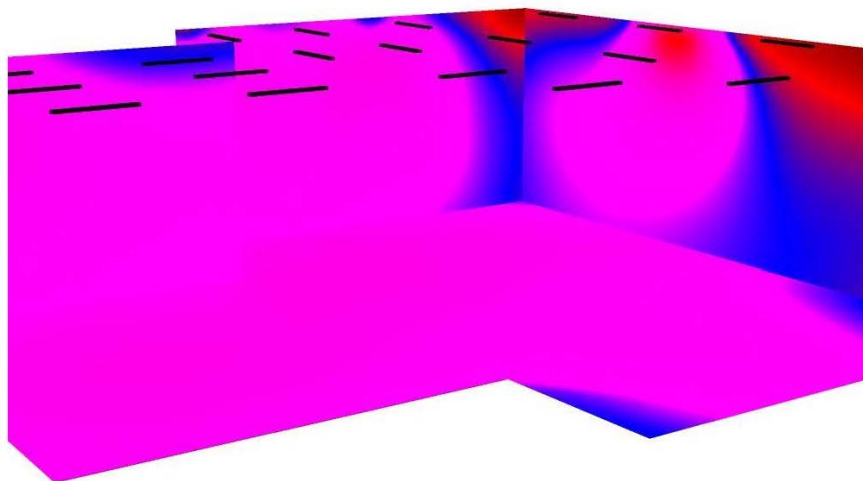
CIVIGI

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 2 / Rendering 3D



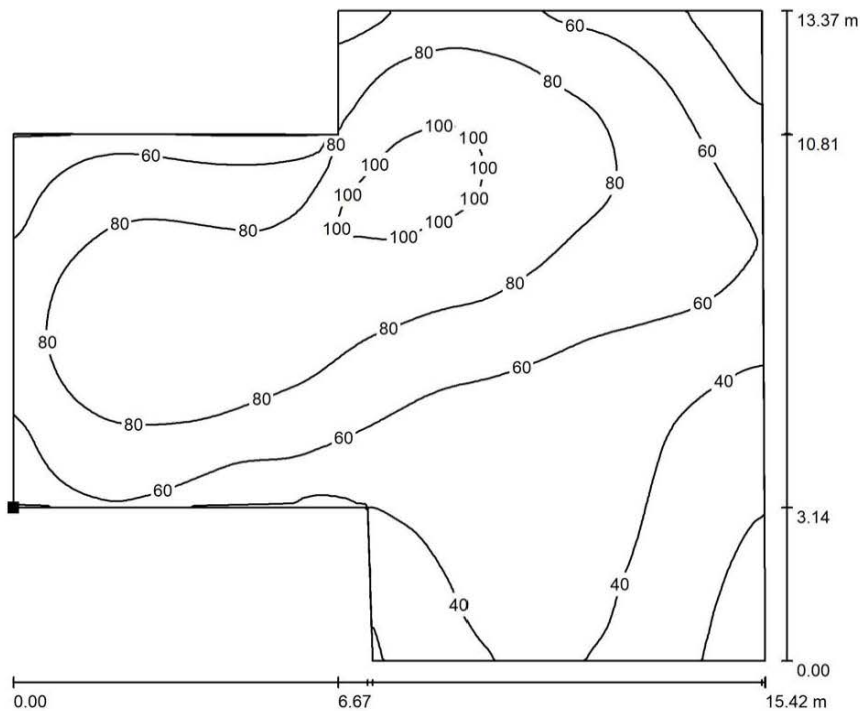
CIVIGI

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 2 / Rendering colori
sfalsati



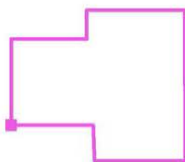
crivelli

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 2 / Pavimento /
Isolinee (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 111

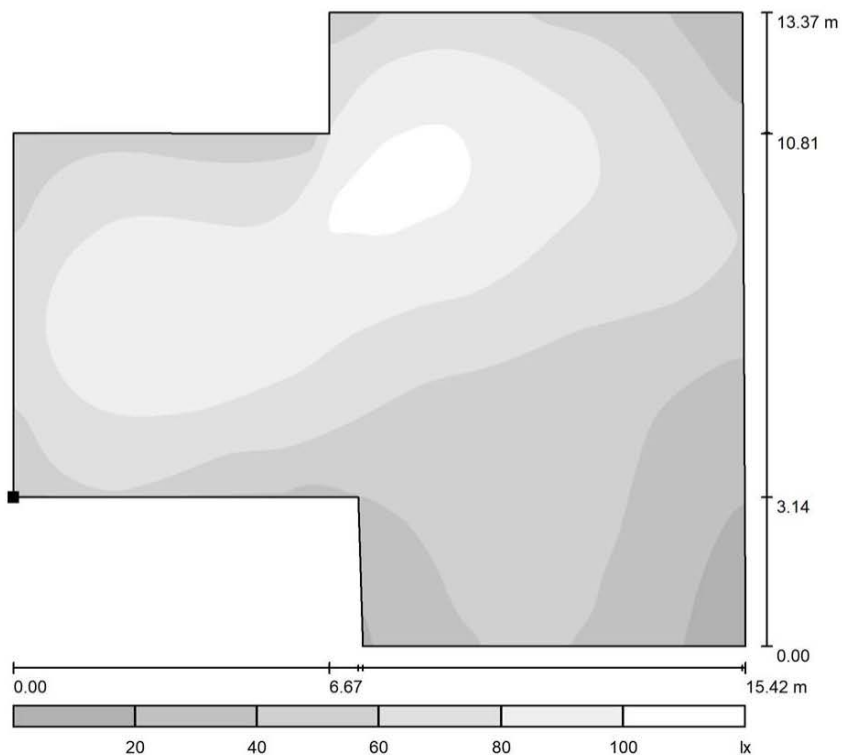
Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(1.298 m, 7.761 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

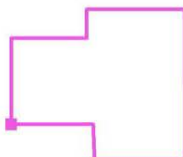
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
65	13	103	0.201	0.127

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 2 / Pavimento / Livelli di grigio (E)



Scala 1 : 114

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(1.298 m, 7.761 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
65

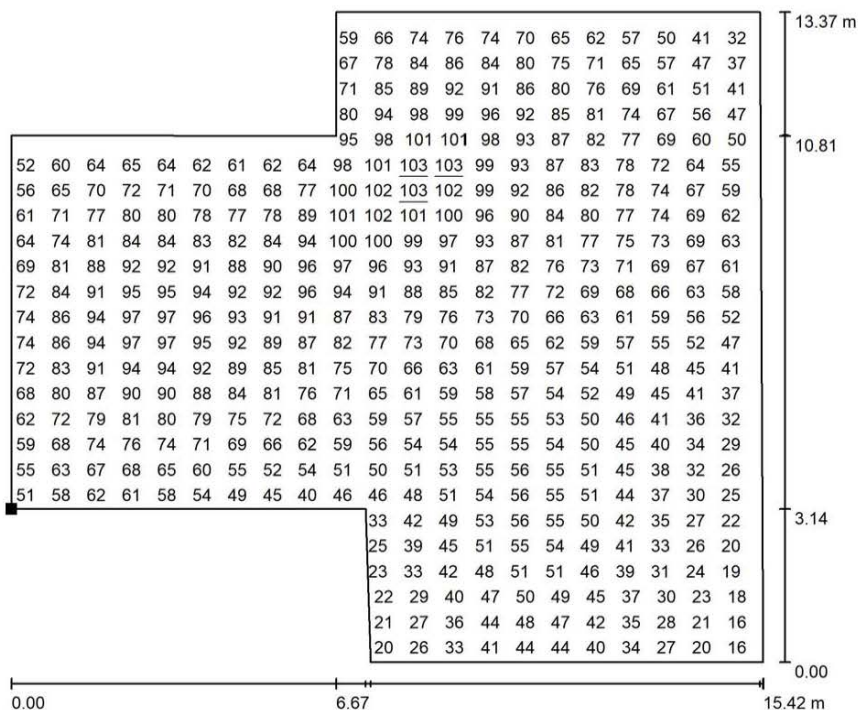
E_{min} [lx]
13

E_{max} [lx]
103

E_{min} / E_m
0.201

E_{min} / E_{max}
0.127

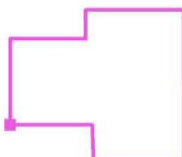
SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 2 / Pavimento / Grafica dei valori (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 111

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(1.298 m, 7.761 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
65

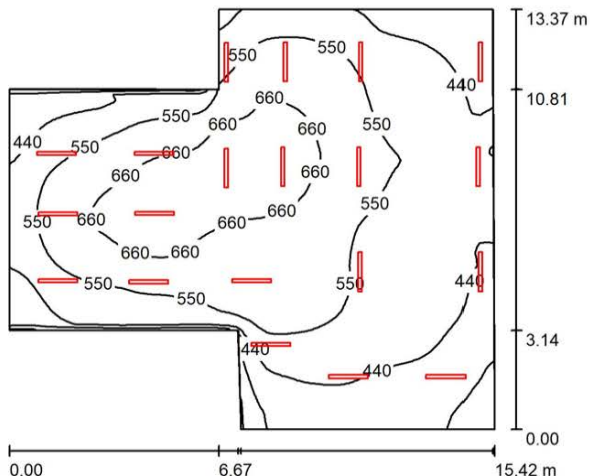
E_{min} [lx]
13

E_{max} [lx]
103

E_{min} / E_m
0.201

E_{min} / E_{max}
0.127

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Riepilogo



Altezza locale: 4.500 m, Altezza di montaggio: 4.500 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:172

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	530	217	729	0.410
Pavimento	20	487	278	647	0.570
Soffitto	70	180	101	1564	0.563
Pareti (8)	50	352	158	4116	/

Superficie utile:

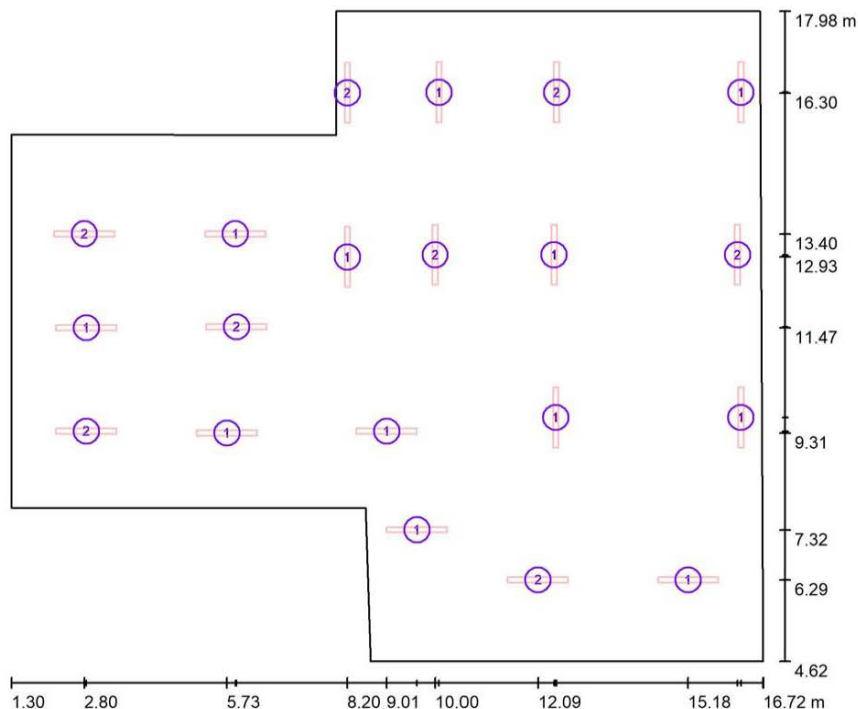
Altezza: 0.850 m
Reticolo: 64 x 64 Punti
Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	12	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance (1.000)	7525	7525	47.5
2	8	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL-E 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance (1.000)	7525	7525	51.4
Totale:			150496	150500	981.2

Potenza allacciata specifica: $5.92 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 165.63 m^2)

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 111

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	12	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance
2	8	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL-E 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 150496 lm
Potenza totale: 981.2 W
Fattore di manutenzione: 0.80
Zona margine: 0.000 m

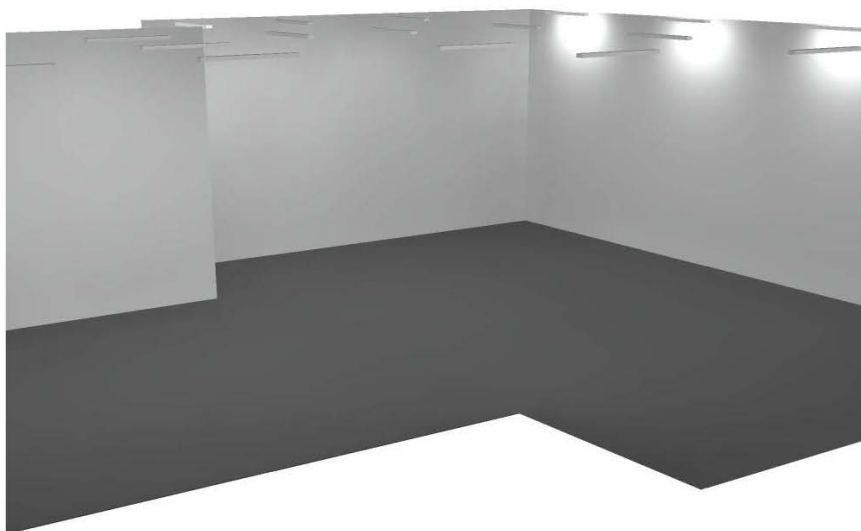
Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	386	144	530	/	/
Pavimento	343	144	487	20	31
Soffitto	43	137	180	70	40
Parete 1	232	142	373	50	59
Parete 2	165	121	286	50	46
Parete 3	174	123	296	50	47
Parete 4	239	131	370	50	59
Parete 5	197	141	338	50	54
Parete 6	365	166	532	50	85
Parete 7	214	135	349	50	56
Parete 8	212	134	347	50	55

Regolarità sulla superficie utile
 $E_{min} / E_{m'} : 0.410 (1:2)$
 $E_{min} / E_{max} : 0.298 (1:3)$

Potenza allacciata specifica: $5.92 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 165.63 m^2)

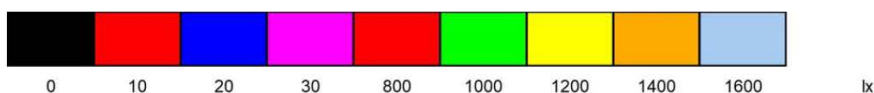
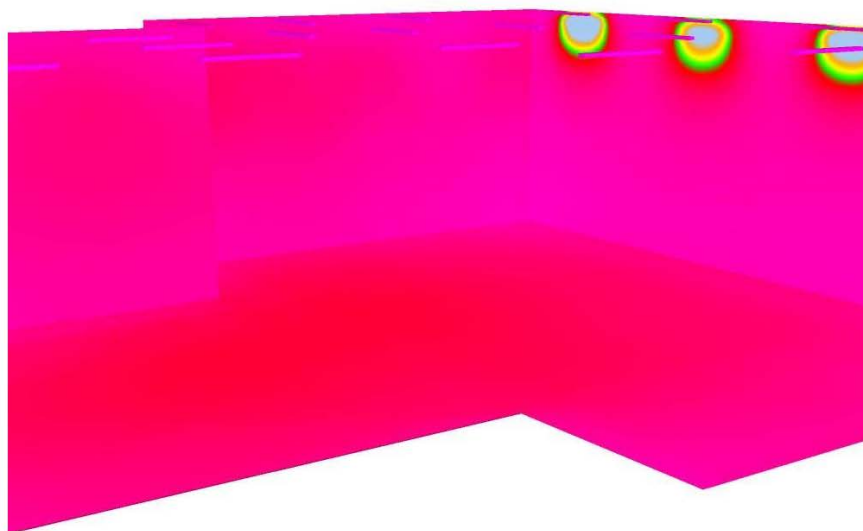
CIVIGI

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Rendering 3D

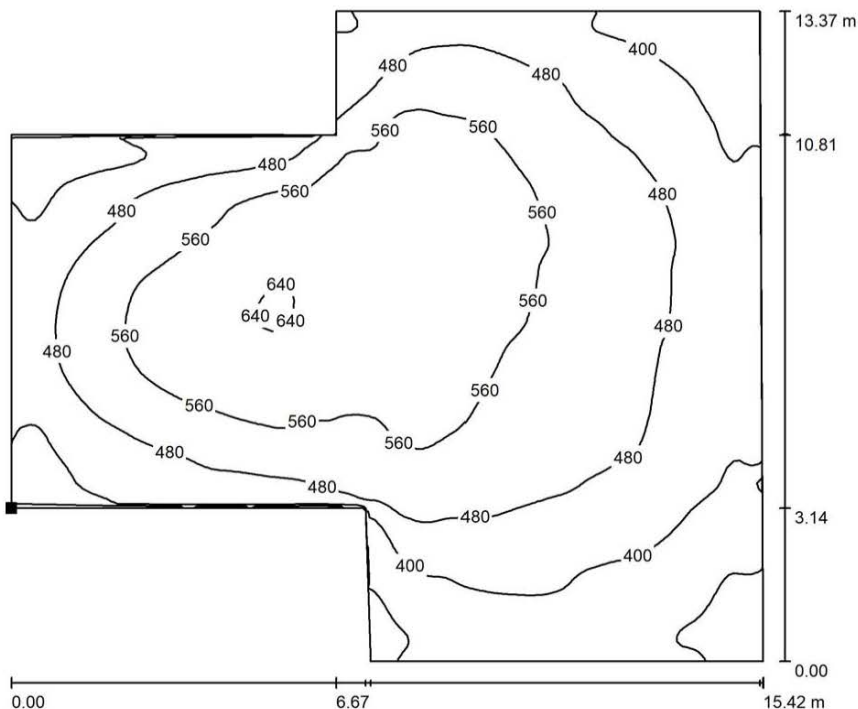


CIVIGI

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Rendering colori sfalsati

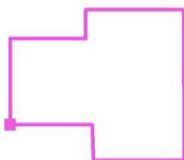


SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Pavimento / Isolinee (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 111

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(1.298 m, 7.761 m, 0.000 m)

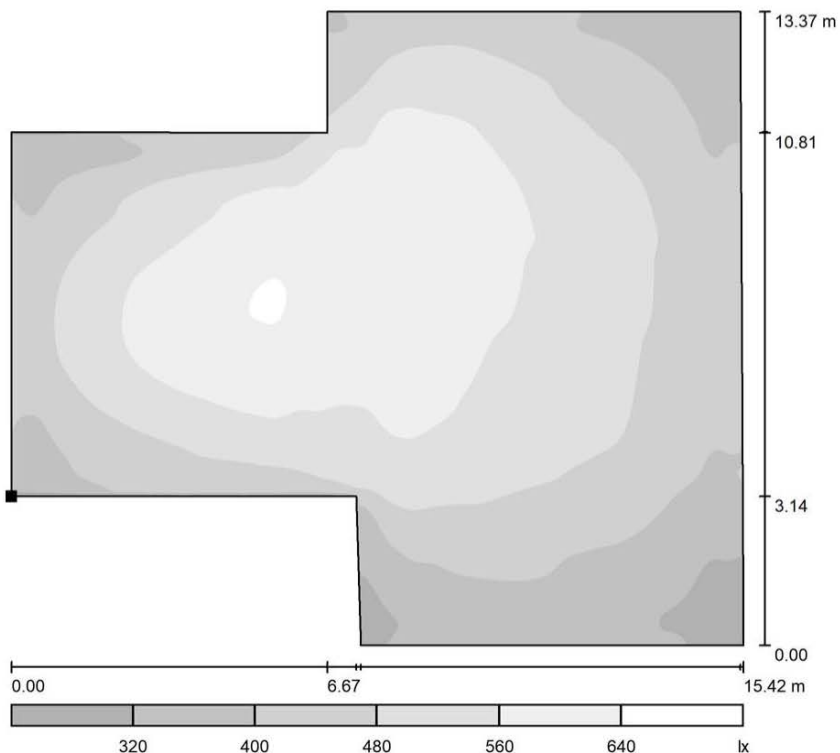


Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
487	278	647	0.570	0.430

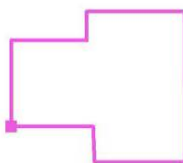
privati

SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Pavimento / Livelli di grigio (E)



Scala 1 : 114

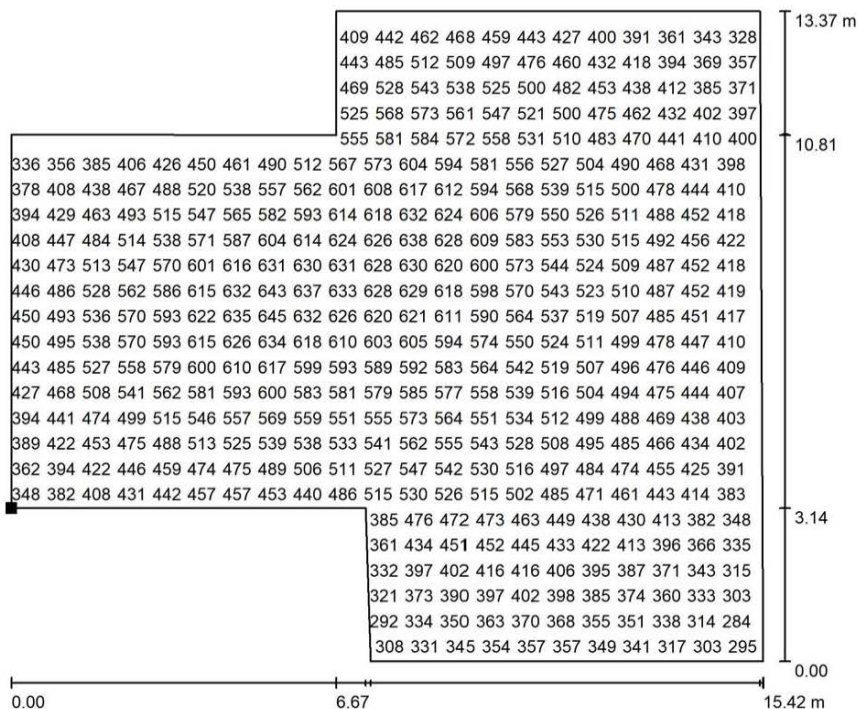
Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(1.298 m, 7.761 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
487	278	647	0.570	0.430

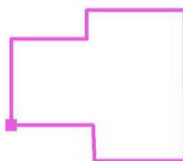
SSE DEPOSITO ILLUMINAZIONE NORMALE / Pavimento / Grafica dei valori (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 111

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

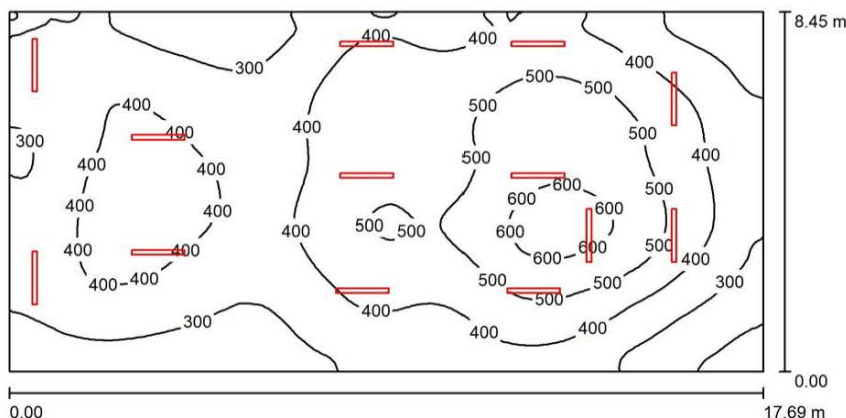
Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(1.298 m, 7.761 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
487	278	647	0.570	0.430

SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Riepilogo



Altezza locale: 4.500 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:127

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	399	171	638	0.428
Pavimento	20	364	187	535	0.513
Soffitto	70	116	71	1582	0.615
Pareti (4)	50	242	107	1292	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
Reticolo: 128 x 64 Punti
Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	7	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance (1.000)	7525	7525	47.5
2	6	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance (1.000)	7525	7525	47.5
Totale:			97822	97825	617.5

Potenza allacciata specifica: $4.13 \text{ W/m}^2 = 1.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 149.48 m^2)

SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Risultati illuminotecnici

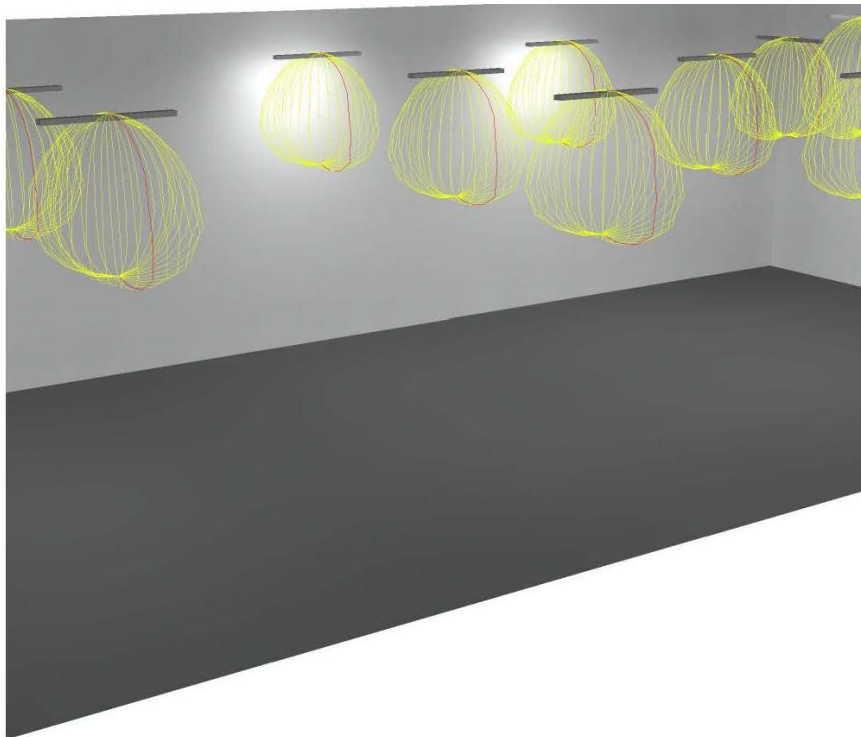
Flusso luminoso sferico: 97822 lm
Potenza totale: 617.5 W
Fattore di manutenzione: 0.80
Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminanti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	300	99	399	/	/
Pavimento	263	101	364	20	23
Soffitto	20	96	116	70	26
Parete 1	134	91	225	50	36
Parete 2	131	88	219	50	35
Parete 3	166	91	257	50	41
Parete 4	181	87	268	50	43

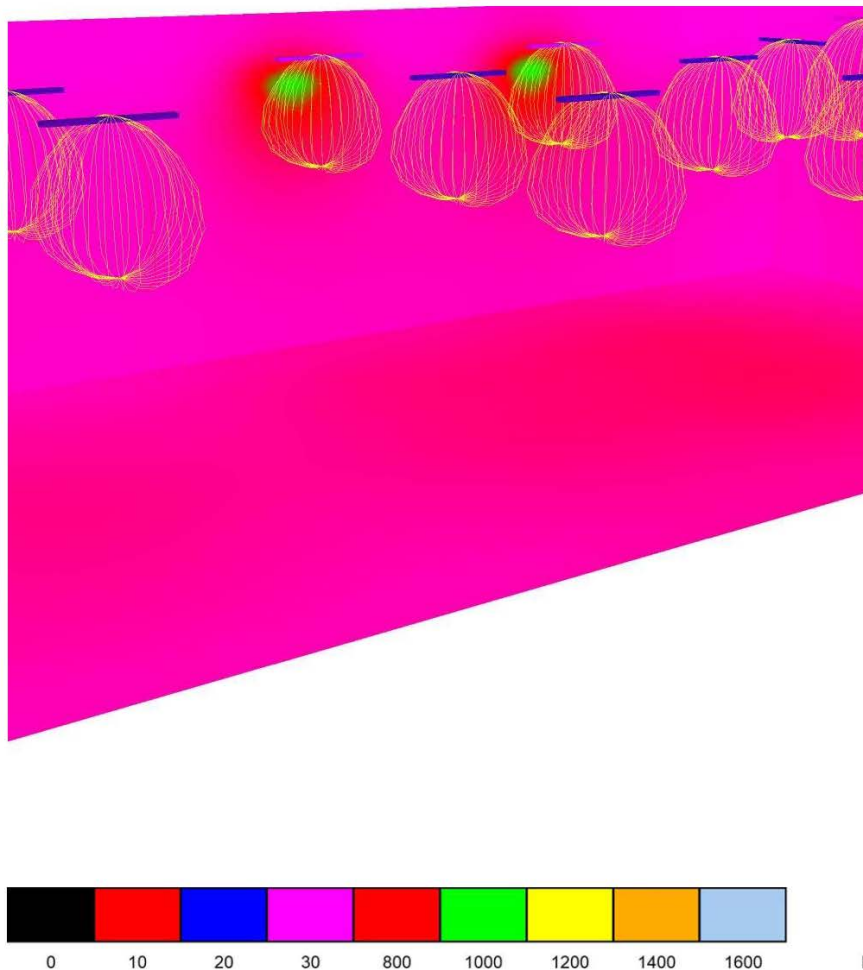
Regolarità sulla superficie utile
 E_{min} / E_m : 0.428 (1:2)
 E_{min} / E_{max} : 0.268 (1:4)

Potenza allacciata specifica: $4.13 \text{ W/m}^2 = 1.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 149.48 m^2)

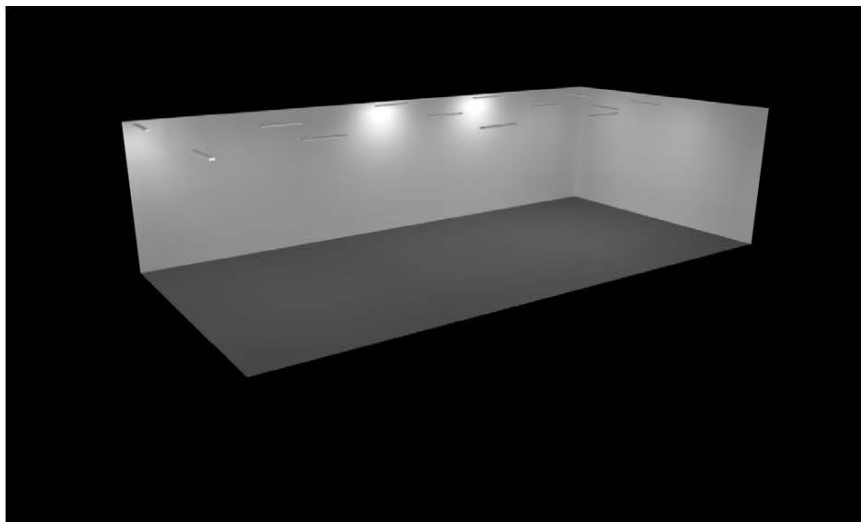
SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Rendering 3D



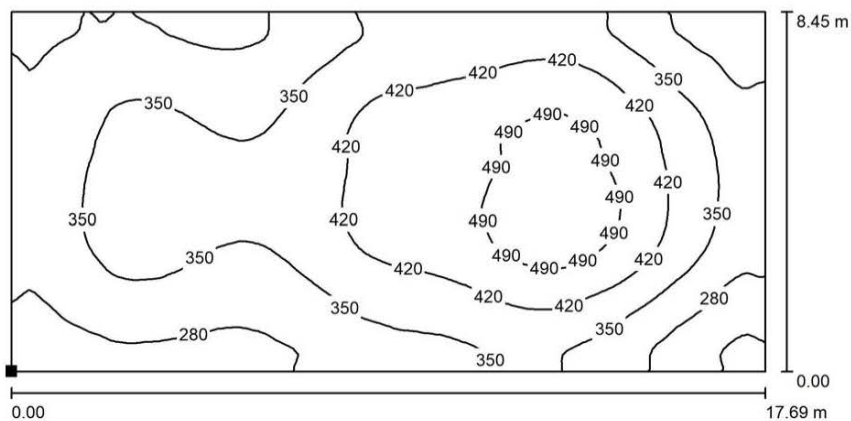
SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Rendering colori sfalsati



SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Anteprima Ray-Trace 1



SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Pavimento / Isolinee (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 127

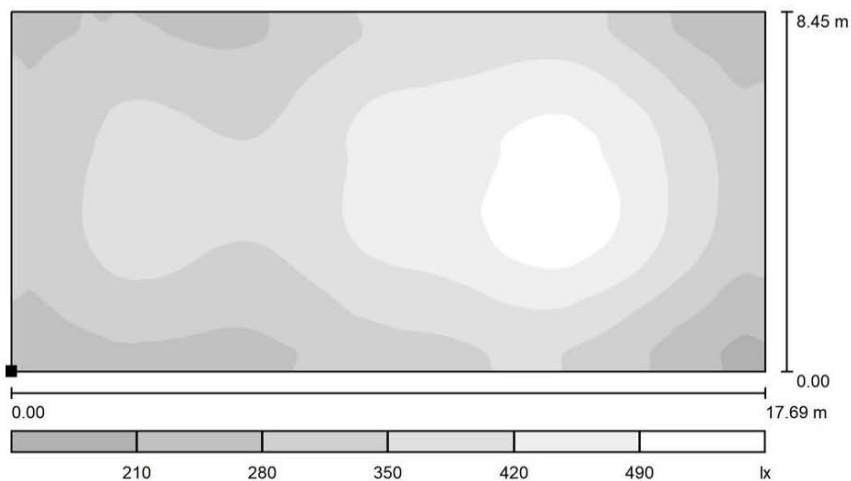
Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
364	187	535	0.513	0.349

SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Pavimento / Livelli di grigio (E)



Scala 1 : 127

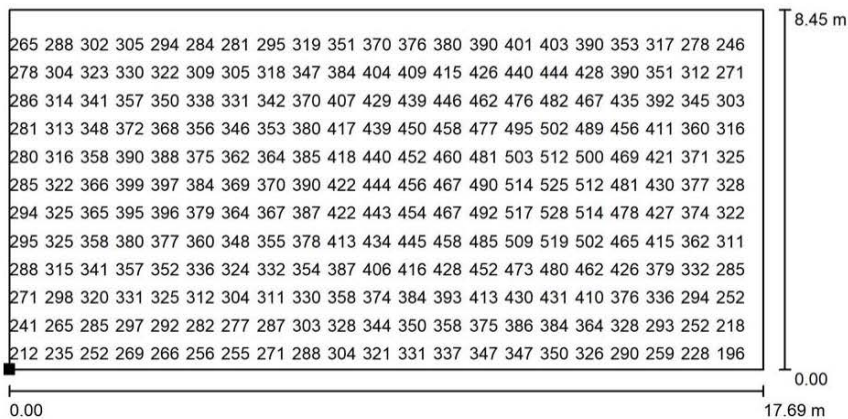
Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
364	187	535	0.513	0.349

SSE 3 ILLUMINAZIONE NORMALE / Pavimento / Grafica dei valori (E)



Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

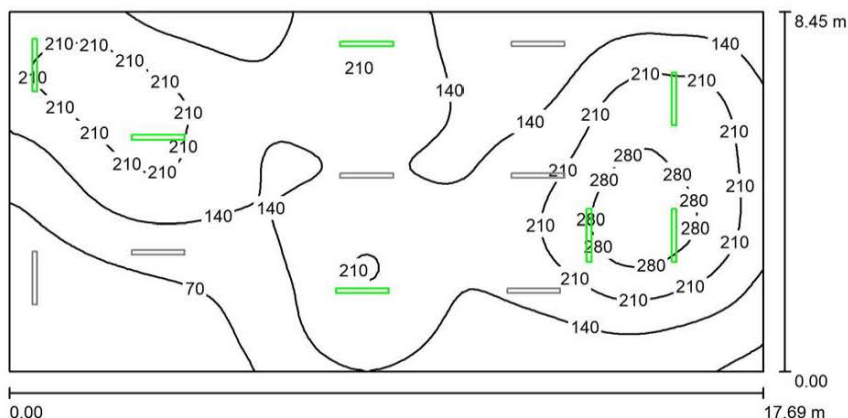
Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
364	187	535	0.513	0.349

SSE 3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 1 / Riepilogo



Altezza locale: 4.500 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:127

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	157	15	327	0.096
Pavimento	20	137	20	237	0.144
Soffitto	70	11	0.68	1492	0.060
Pareti (4)	50	85	7.08	1200	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
Reticolo: 128 x 64 Punti
Zona margine: 0.000 m

Scena illuminazione di emergenza (EN 1838):

Viene calcolata solo la luce diretta. Apporto luce riflessa non considerato.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	7	Disano Illuminazione SpA 963 44w CLD CELL 963 - Hydro LED - Energy Saving - High performance (1.000)	7525	7525	47.5
Totale:			52674	52675	332.5

Potenza allacciata specifica: $2.22 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 149.48 m^2)

SSE 3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 1 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 52674 lm
Potenza totale: 332.5 W
Fattore di manutenzione: 0.80
Zona margine: 0.000 m

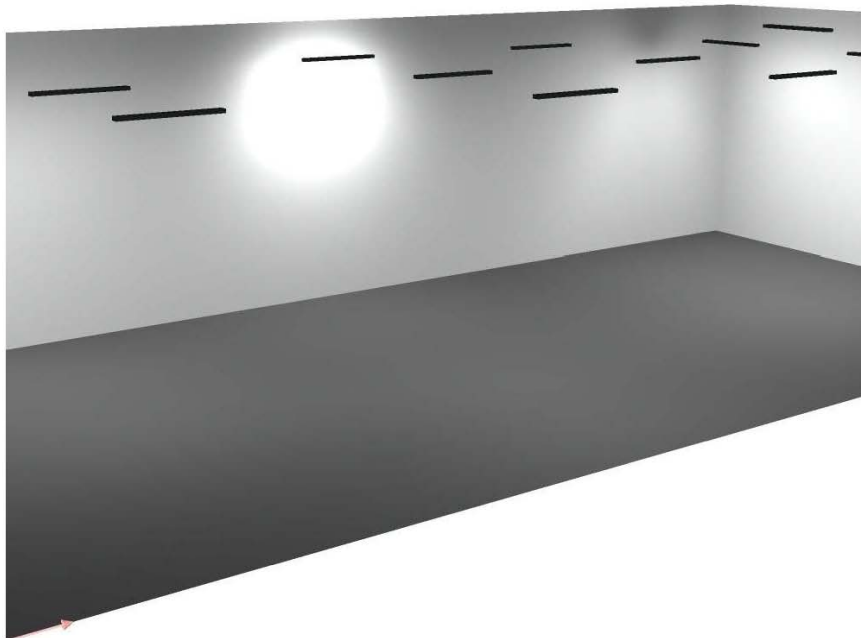
Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	157	0.00	157	/	/
Pavimento	137	0.00	137	20	8.72
Soffitto	11	0.00	11	70	2.50
Parete 1	62	0.00	62	50	9.81
Parete 2	104	0.00	104	50	17
Parete 3	96	0.00	96	50	15
Parete 4	92	0.00	92	50	15

Regolarità sulla superficie utile
 E_{min} / E_m : 0.096 (1:10)
 E_{min} / E_{max} : 0.046 (1:22)

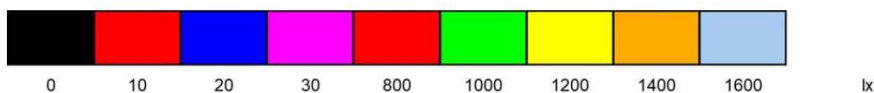
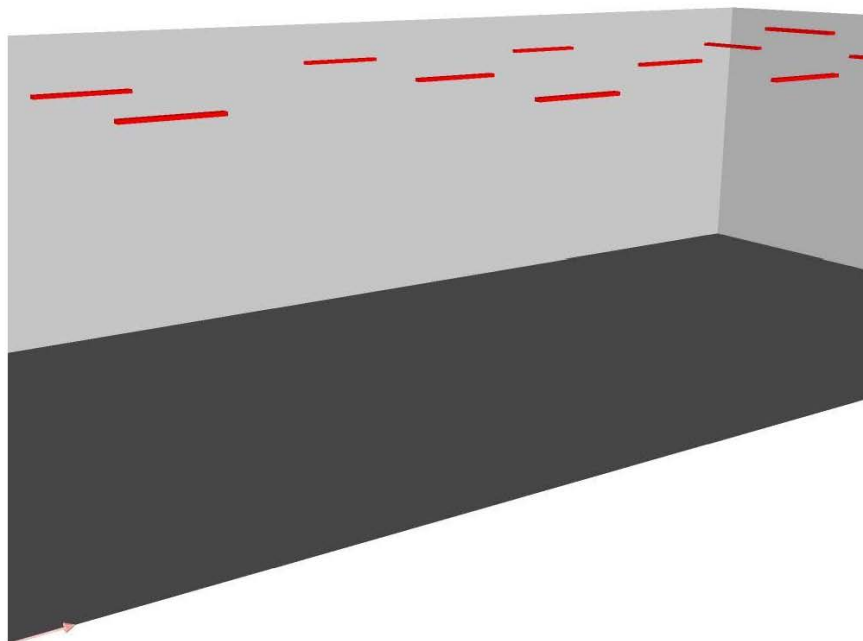
Scena illuminazione di emergenza (EN 1838):
Viene calcolata solo la luce diretta. Apporto luce riflessa non considerato.

Potenza allacciata specifica: $2.22 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 149.48 m^2)

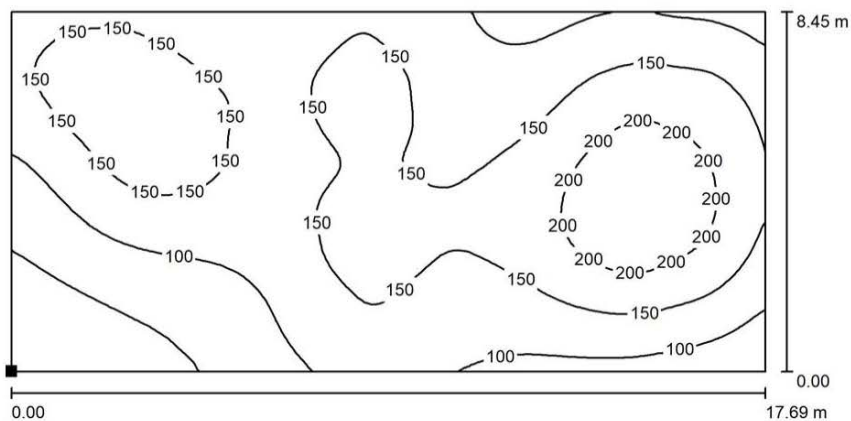
SSE 3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 1 / Rendering 3D



SSE 3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 1 / Rendering colori sfalsati



SSE 3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 1 / Pavimento / Isolinee (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 127

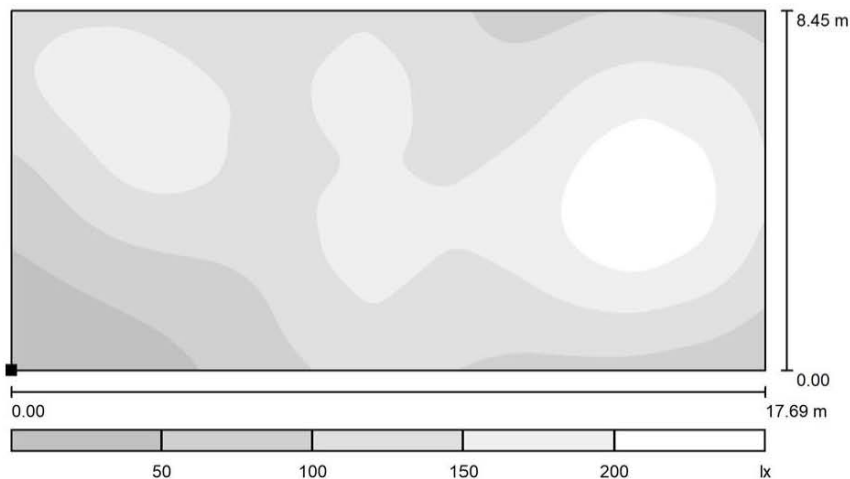
Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
137	20	237	0.144	0.083

SSE 3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 1 / Pavimento / Livelli di grigio
(E)



Scala 1 : 127

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]
137

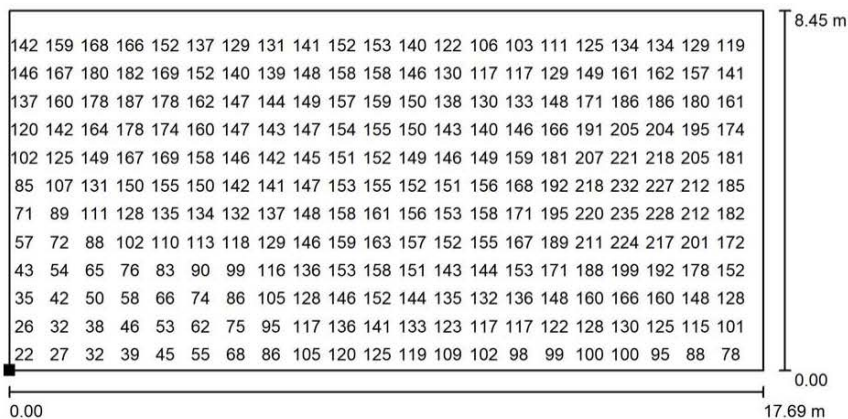
E_{min} [lx]
20

E_{max} [lx]
237

E_{min} / E_m
0.144

E_{min} / E_{max}
0.083

SSE 3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA / Scena luce 1 / Pavimento / **Grafica dei valori (E)**



Valori in Lux, Scala 1 : 127

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
137	20	237	0.144	0.083