

**COMUNE DI RIVAROLO CANAVESE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**ISTITUTO COMPRENSIVO G.GOZZANO  
SCUOLA SECONDARIA DI 1^GRADO  
ADEGUAMENTO FABBRICATI ESISTENTI ALLA NORMATIVA ANTINCENDIO**

**RELAZIONE E CALCOLI ILLUMINOTECNICI**

**Il Progettista**

(Ing. Francesco Vita)  
n.418 albo ordine ingg. AG  
A/B/C  
Via delle badie n.238  
59100 Prato

**Tav. A.02c**

## 1. PREMESSA

Le condizioni di illuminazione dell'ambiente visivo influiscono sulle funzioni visive fisiologiche (prestazione visiva), su quelle psicologiche (benessere) e, di conseguenza, possono contribuire alla prestazione, alla sicurezza, al benessere ed al senso di soddisfazione dell'uomo nel proprio ambiente. L'impianto di illuminazione dovrà quindi essere progettato per svolgere il compito visivo richiesto in ciascun ambiente con il comfort più elevato possibile.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il dimensionamento dell'impianto interno si prenderanno come riferimento i requisiti proposti dalla seguenti norme e/o leggi:

- Norma UNI EN 12464 "Luce e illuminazione – Illuminazione di luoghi di lavoro in ambienti interni".
- D.Lgs. 626/94 e successive modifiche ed integrazioni.

Per il dimensionamento degli impianti di illuminazione esterna si prenderanno come riferimento i requisiti proposti dalla seguenti norme e/o leggi:

- Norma UNI EN 10819 "Impianti di illuminazione esterna".
- Norma UNI EN 40 "Caratteristiche prestazionali pali".
- Legge regionale n°37 del 21/03/2000

## 3. GRANDEZZE FOTOMETRICHE FONDAMENTALI

Avendo definito la luce in termini di energia radiante sembrerebbe corretto utilizzare unità di misura appartenenti alla radiometria. L'illuminotecnica utilizza invece grandezze e metodi derivanti dalla fotometria che quantifica la luce non in termini assoluti ma in termini di stimolazione visiva.

Le grandezze fotometriche misurano quindi la quantità di energia radiata nello spettro visibile non in maniera assoluta ma in maniera relativa rispetto alla sensibilità spettrale dell'occhio CIE.

Di seguito vengono descritte le grandezze fondamentali per la misurazione della luce: flusso luminoso, intensità luminosa, illuminamento e luminanza.

Per facilitare la comprensione delle definizioni che seguono, verranno utilizzati alcuni esempi che sfruttano l'analogia che esiste tra la luce emessa da una sorgente luminosa puntiforme e l'acqua emessa da un ugello sprinkler. Ciò permette di dare una certa materialità alla luce che sarebbe altrimenti difficilmente rappresentabile.

### 3.1 FLUSSO LUMINOSO

Esprime la quantità di energia emessa da una sorgente luminosa nell'unità di tempo.

L'equivalente idraulico del flusso luminoso è dato dalla quantità di acqua emessa da un ugello sprinkler nell'unità di tempo ed è misurata in litri per minuto.

Il flusso luminoso, normalmente identificato con il simbolo  $\Phi_v$ , viene misurato in lumen (lm).

Il lumen è definito come il flusso luminoso emesso nell'angolo solido unitario da una sorgente puntiforme posta al centro di una sfera di intensità luminosa pari a 1 cd in tutte le direzioni.

Nel Sistema Internazionale (S.I.) l'unità di misura dell'angolo solido è lo steradiano (sr):

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times \text{sr}$$

Poiché il flusso luminoso si riferisce ad una quantità di luce emessa da una sorgente nell'unità di tempo corrisponde dimensionalmente ad una potenza (energia/unità di tempo).

### 3.2 INTENSITÀ LUMINOSA

Esprime la quantità di energia luminosa emessa in una specifica direzione.

Si definisce intensità luminosa ( $I_v$ ) il rapporto tra il flusso luminoso infinitesimale emesso da una sorgente entro un angolo solido e lo stesso angolo solido.

$$I_v = d\Phi_v / d\omega$$

Dove  $d\Phi_v$  rappresenta il flusso luminoso emesso dalla sorgente in un angolo solido di dimensioni  $d\omega$ .

L'analogia idraulica è data dalla quantità d'acqua emessa da un ugello sprinkler, in un cono angolare di dimensioni note.

Viene indicato con il simbolo  $I_v$  e la sua unità di misura è la candela (cd).

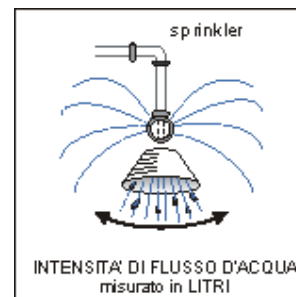


FIG. 1-2

Intensità luminosa emessa da una sorgente. L'analogia idraulica è data dalla quantità di acqua emessa da un ugello sprinkler, in un cono angolare di dimensioni note.

Viene indicato con il simbolo  $I$  e la sua unità di misura è la candela (cd).

### 3.3 ILLUMINAMENTO

Esprime l'entità della luce che investe una certa superficie

Si definisce illuminamento ( $E$ ) il rapporto tra il flusso luminoso che incide su di una superficie e l'area dell'elemento presa in esame.

$$E = dI / dA$$

in cui  $dI$  è il flusso incidente sulla superficie e  $dA$  l'area della superficie interessata dal flusso.

L'equivalente idraulico è dato dalla quantità d'acqua che cade sulla superficie in esame nell'unità di tempo.

L'unità di misura dell'illuminamento è il lux che dimensionalmente si esprime in  $\text{lm}/\text{m}^2$ .

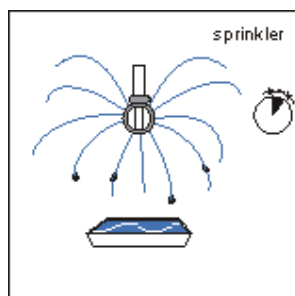


FIG. 3

Livello d'illuminamento su una superficie. L'equivalente idraulico è dato dalla quantità di acqua che cade sulla superficie in esame nell'unità di tempo.

Dalla definizione di illuminamento si ricavano due importanti corollari di natura geometrica che risultano molto utili per comprendere la distribuzione della luce nello spazio:

- nel caso di una sorgente puntiforme la diminuzione del livello di illuminamento su di una superficie varia in relazione al quadrato della distanza dalla fonte. Raddoppiando la distanza dalla fonte il livello di illuminamento sulla superficie diviene quindi  $1/4$ ;
- il livello d'illuminamento su di una superficie è massimo quando i raggi luminosi giungono perpendicolari ad essa e diminuisce proporzionalmente al loro angolo d'incidenza secondo la relazione:

$$L = L_n \times \cos a$$

Dove  $L$  = Livello d'illuminamento sulla superficie,  $L_n$  illuminamento normale,  $a$  angolo d'incidenza tra raggi luminosi e la normale alla superficie.

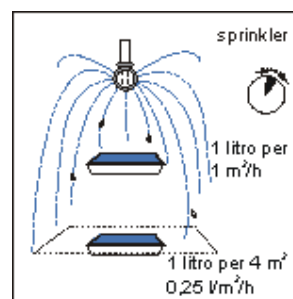
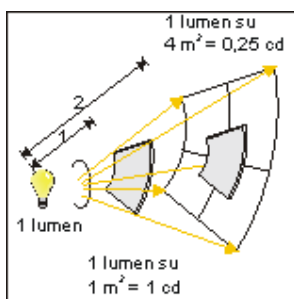


FIG. 4-5

Diminuzione dell'illuminamento all'aumentare della distanza. Nel caso di una sorgente puntiforme la diminuzione del livello di illuminamento su una superficie varia in relazione al quadrato della distanza dalla fonte.

Raddoppiando la distanza dalla fonte il livello di illuminamento della superficie diviene quindi un quarto.

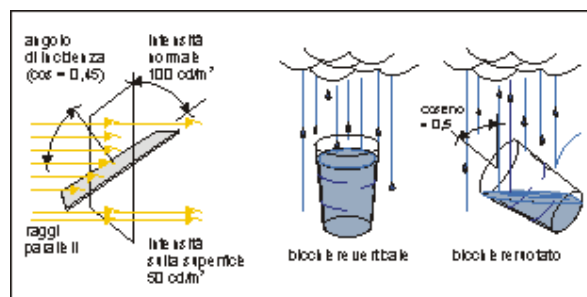


FIG. 6

Diminuzione della capacità di raccolta della radiazione al variare dell'inclinazione della superficie e relativa analogia idraulica

### 3.4 LUMINANZA

Esprime l'entità della luce emessa da una sorgente di dimensioni estese (primaria o secondaria) nella direzione dell'osservatore.

Si definisce luminanza (L) il rapporto tra l'intensità luminosa di una sorgente nella direzione di un osservatore e la superficie emittente apparente così come viene vista dall'osservatore stesso.

$$L = dI / (dA \cdot \cos u)$$

dove I è l'intensità in candele, A è l'area della sorgente, cos u è il coseno dell'angolo compreso tra la direzione di osservazione e l'asse perpendicolare alla superficie emittente.

L'equivalente idraulico è dato dalla quantità d'acqua che rimbalza su di una superficie nella direzione dell'osservatore.

La luminanza si esprime in cd/m².

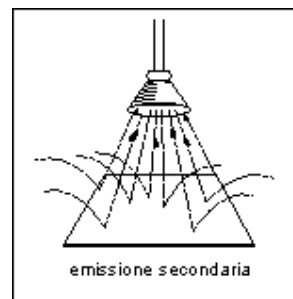
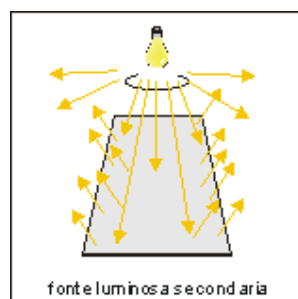


FIG. 7-8

Luminanza di una superficie. L'equivalente idraulico della luminanza è dato dalla quantità d'acqua che rimbalza su una superficie nella direzione dell'osservatore.

## 4. SORGENTI LUMINOSE

### 4.1 CARATTERISTICHE CROMATICHE E LUMINOSE DELLE SORGENTI

Sul mercato esistono molteplici tipi di lampade che vengono continuamente migliorate dalle case produttrici. In questi anni i produttori hanno reso disponibili lampade di nuova concezione ancora più innovative ed efficienti. Le lampade non differiscono solo per la potenza, la durata e l'efficienza luminosa ma anche per la qualità della luce prodotta.

Nella realizzazione di un progetto illuminotecnico le caratteristiche quantitative della luce emessa dalle sorgenti sono elementi della massima importanza ma, oltre alle valutazioni quantitative, è fondamentale valutare gli elementi quanto-qualitativi che condizionano il processo di percezione visiva e quindi il comfort ed il benessere.

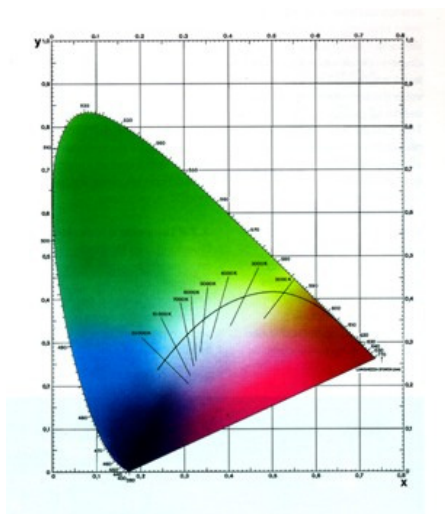


FIG. 9

La valutazione delle "qualità" della luce emessa da una sorgente, d'altra parte, deve essere fatta riferendosi a grandezze oggettive e misurabili che permettano di mettere a confronto soluzioni diverse. In particolare è possibile riferirsi a due grandezze che rendono conto del contenuto cromatico di una sorgente luminosa: la tonalità della luce e la resa dei colori.

Queste caratteristiche dipendono entrambe dalla distribuzione spettrale delle radiazioni luminose emesse dalla sorgente ma tra le due non vi è alcuna correlazione.

### 4.2 TONALITÀ DELLA LUCE

La tonalità determina il colore della luce emessa da una sorgente luminosa e dipende dalla ripartizione delle radiazioni elettromagnetiche nella banda del visibile.

La tonalità di colore della luce viene definita per confronto con la luce emessa alle diverse temperature dal corpo nero. L'emissione del corpo nero dipende dalla sua temperatura assoluta, espressa in gradi Kelvin; è quindi possibile definire la tonalità di colore della luce in termini di temperatura del corpo nero affinché la tonalità della luce emessa assuma la medesima tonalità di colore della luce in esame.

Questa temperatura di riferimento si definisce Temperatura di colore.

Diremo quindi che una lampada ha una temperatura di colore pari a 4.000°K, quando la luce emessa avrà la stessa tonalità di quella del corpo nero portato alla temperatura di riferimento di 4.000°K.

Le radiazioni emesse da un corpo nero assumono differenti colori al variare della temperatura. Intorno agli 800-900°K avremo il rosso, a 3.000°K giallo-bianco, 5.000°K bianco, 8.000-10.000°K bluastrò.

Riportando sul diagramma CIE tutti i punti rappresentativi dei vari colori del corpo nero alle diverse temperature si ottiene una curva detta del corpo nero.

Tale curva viene utilizzata per effettuare il confronto con i valori delle sorgenti esaminate. Quando il valore rappresentativo del colore di una radiazione emessa da una sorgente non giace sulla curva del corpo nero (cioè accade per esempio nel caso di lampade fluorescenti o ai vapori di sodio) per la comparazione si utilizza la temperatura alla quale il corpo nero emette il colore più simile a quello della sorgente.

Le lampade vengono suddivise in tre gruppi in base alla temperatura di colore correlata e identificate con le lettere W, I e C.

Sigla Tonalità di colore Temperatura di colore correlata

W calda < 3.300 K

I neutra tra 3.300 e 5.300 K

C fredda oltre 5.300 K

### 4.3 RESA DEI COLORI

Esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere i colori reali degli oggetti illuminati.

Il metodo CIE permette di valutare le qualità di resa cromatica di una sorgente luminosa comparando il colore di una serie di elementi campione illuminati dalla sorgente in prova rispetto alla stessa serie illuminati da una sorgente di riferimento.

L'indice generale di resa dei colori Ra che assume il valore 100 nel caso in cui non si abbia alcuna variazione tra lo spettro cromatico ottenuto con la sorgente campione e quello della sorgente esaminata.

Nel caso di caratteristiche di resa colorimetrica opposte il valore di Ra tende a zero.

Per convenzione si usa raggruppare le sorgenti luminose in base al valore assunto dall'indice Ra.

### 4.4 EFFICIENZA LUMINOSA

Si definisce efficienza luminosa il rapporto tra il flusso emesso dalla sorgente e la potenza impiegata per ottenere tale flusso. L'efficienza luminosa si esprime in lm/watt e permette di valutare l'efficienza di trasformazione dell'energia in luce, ovvero la quantità di energia luminosa emessa da una lampada rispetto ad un'altra di eguale potenza.

## 5. CALCOLO DEGLI ILLUMINAMENTI

La diffusione dei Personal Computer ha permesso di compiere accurate simulazioni delle condizioni di illuminazione in un ambiente adottando metodi di analisi che nel recente passato erano possibili solamente presso i più avanzati centri di ricerca.

Il dettaglio e la precisione dei calcoli non è però sempre necessario né opportuno. In molti casi è sufficiente stimare la quantità e la distribuzione delle lampade in un ambiente in maniera rapida e semplificata ed un aumento della complessità negli input e negli output potrebbe risultare inutilmente complesso. In altri casi occorre invece conoscere con precisione la distribuzione degli illuminamenti su specifiche superfici o il pattern delle luminanze in un certo punto dell'ambiente ed occorrerà quindi procedere con indagini precise e dettagliate.

### 5.1 INDICE DI FORMA DEL LOCALE

Il fattore di forma k è un numero caratteristico che esprime la densità delle superfici presenti nel locale. La superficie di involucro di un parallelepipedo di volume dato varia infatti in relazione alla sua forma.

Il valore di k si ricava per mezzo della formula:

$$k = \frac{a \times b}{(a + b) \times h_u}$$

dove:

a = lunghezza del locale

b = larghezza del locale

h<sub>u</sub> = altezza utile, cioè l'altezza del centro luminoso dell'apparecchio sul piano utile

### 5.2 COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE

La riflessione della luce in un ambiente dipende dalle proprietà ottiche delle superfici che lo definiscono.

I parametri che regolano la riflessione e distribuzione della luce sono essenzialmente la tessitura (o scabrosità) delle superfici ed il loro colore.

L'effetto della scabrosità è difficile da valutare in maniera precisa; per semplicità i materiali edilizi vengono normalmente assimilati a diffusori lambertiani o a riflettori speculari. Nei casi intermedi è possibile indicare la percentuale di diffusione e quella di riflessione.

La capacità di riflettere la luce è funzione (diretta) del colore; i coefficienti di riflessione della luce ad opera di superfici di colori diversi sono riportati nella tabella.

Poiché di ogni colore esistono una moltitudine di varietà e di finiture i valori riportati sono indicativi e possono variare rispetto a quelli reali.

### 5.3 FATTORE DI MANTENIMENTO

E' un coefficiente che introduce nel calcolo il decadimento delle prestazioni dell'apparecchio di illuminazione nel tempo. Permette di considerare l'influenza dell'ambiente sull'esercizio dell'impianto esprimendo la diminuzione delle prestazioni dell'impianto con un coefficiente moltiplicativo inferiore all'unità.

I fattori che determinano il decadimento delle prestazioni dell'impianto sono molteplici:

- **temperatura ambiente.** Le lampade impiegate hanno una temperatura di funzionamento stabilita dal costruttore, se questa varia in maniera sensibile il flusso luminoso emesso generalmente diminuisce;
- **tensione di alimentazione.** La tensione di alimentazione deve rimanere entro un campo di valori ben determinato. Variazioni eccessive possono portare da un lato a livelli inferiori di emissione luminosa, dall'altro la lampada survoltata può anche aumentare il flusso emesso a scapito però di una riduzione della sua vita;
- **alterazione delle superfici dell'apparecchio.** Con il passare del tempo le caratteristiche dei metalli, delle vernici e delle plastiche si alterano, riducendo la riflessione della luce. Superfici di vetro, porcellana o alluminio trattato hanno un deprezzamento trascurabile e possono mantenere le loro caratteristiche prestazionali con una normale pulizia. Gli smalti e le superfici verniciate hanno un decadimento costante delle prestazioni dovuto alla loro porosità;
- **decadimento del flusso luminoso.** Varia in relazione al tipo di lampada utilizzata. Informazioni sul decadimento del flusso luminoso e sulla mortalità delle lampade possono essere desunte da tavole e grafici pubblicati dai costruttori. La percentuale di vita media dipende molto dal numero di ore di utilizzo per ogni accensione. I cicli di sostituzione delle lampade ed il decadimento del flusso luminoso dovuto all'invecchiamento della lampada contribuiscono a determinare questo fattore;
- **impolveramento dell'apparecchio.** L'accumulo di polvere nell'apparecchio provoca una diminuzione dell'emissione luminosa e quindi un calo dell'illuminamento sul piano di lavoro. Questo valore è determinato da due fattori: la frequenza della pulizia della lampada e la quantità di polvere presente nell'aria;
- **impolveramento delle superfici del locale.** L'accumulo di polvere sulle superfici del locale riduce la quantità di flusso luminoso riflesso dalle pareti verso il piano di lavoro.

## 6. METODI DI CALCOLO

Esistono molti metodi per calcolare il livello di illuminamento in un ambiente che differiscono per il tipo e la complessità degli algoritmi. In generale però l'approccio al problema può essere di due tipi:

- basato sul calcolo del valore medio del livello di illuminamento con metodi semplificati;
- basato sul calcolo del valore puntuale del livello di illuminamento con un metodo analitico.

### 6.1 METODO DEL FLUSSO TOTALE

Il metodo del flusso totale o del coefficiente di utilizzazione è il capostipite dei metodi per la valutazione del valore medio di illuminamento su una superficie orizzontale (normalmente il piano di lavoro).

La relazione fondamentale è data da:

$$F_t = (E_m \cdot A) / U$$

in cui:

$F_t$  = flusso totale in lumen

$E_m$  = Illuminamento medio richiesto (lux)

$A$  = area in cui è richiesto  $E_m$  (m<sup>2</sup>)

$U$  = fattore di utilizzazione, ovvero il rapporto tra il flusso utile e il flusso installato.

Una volta ricavato  $F_t$  si dovrà scegliere il tipo di lampada da impiegare e cercare nelle tabelle dei costruttori il flusso di targa relativo che indicheremo con  $F_l$ .

Il numero di apparecchi è dato dalla formula:

$$n_{app} = F_t / (F_l \cdot n_l)$$

in cui  $n_l$  numero di lampade contenute in ogni apparecchio

E' possibile considerare il fattore di mantenimento  $F_m$ ; la formula diventa quindi:

$$n_{app} = (E_m \cdot A) / ((F_l \cdot n_l) \cdot U \cdot F_m)$$

## 6.2 METODO BZ

Il metodo BZ è una evoluzione del metodo del flusso totale che permette di ottenere una maggiore precisione di calcolo.

Gli elementi di novità introdotti in questo metodo sono sostanzialmente:  
un modo più accurato per calcolare il fattore di utilizzazione U:

$$U = u_i * m_i + u_s * m_s$$

in cui:

$u_i$  ed  $u_s$  sono valori pubblicati in tabelle e rappresentano l'utilanza inferiore e utilanza superiore;  
 $m_i$  ed  $m_s$  sono i valori di rendimento forniti dai costruttori di corpi illuminanti;

L'indicazione del tipo di emissione luminosa degli apparecchi in relazione alla somiglianza tra la loro curva fotometrica ed una delle 10 classi normalizzate BZ. Le curve di riferimento sono descritte da 10 equazioni che identificano diversi criteri di distribuzione del rendimento zonale.

$$\text{BZ 1 } I = I_1 \times (\cos a)^4$$

$$\text{BZ 2 } I = I_2 \times (\cos a)^3$$

$$\text{BZ 3 } I = I_3 \times (\cos a)^2$$

$$\text{BZ 4 } I = I_4 \times (\cos a)^{1,5}$$

$$\text{BZ 5 } I = I_5 \times \cos a$$

$$\text{BZ 6 } I = I_6 \times (1 + 2 \cos a)$$

$$\text{BZ 7 } I = I_7 \times (2 \cos a)$$

$$\text{BZ 8 } I = I_8 \times a$$

$$\text{BZ 9 } I = I_9 \times (1 + \sin a)$$

$$\text{BZ 10 } I = I_{10} \times \sin a$$

Esistono dei limiti per l'applicabilità del metodo BZ:

i locali devono avere forma parallelepipedica;

le pareti devono essere continue ed avere coefficiente di riflessione uniforme;

l'indice di forma del locale deve essere compreso tra 0,6 e 5;

gli apparecchi impiegati devono avere una distribuzione conforme alla classificazione BZ;

i corpi illuminanti devono essere posizionati ad eguale interdistanza tra loro.

Utilizzando questo metodo il numero di apparecchi necessari risulta:

$$n_{app} = (((E_m * A) / ((u_i * m_i + u_s * m_s) * F_t * n_l))) F_m$$

## 6.3 METODO CIE

La CIE ha presentato un metodo per il calcolo degli illuminamenti degli ambienti interni che presenta notevoli differenze rispetto al metodo BZ, anche se, ancora una volta si richiama al metodo del flusso totale.

Anche in questo caso valgono per l'applicazione del metodo esistono dei vincoli: ambiente di forma parallelepipedica, pareti continue e uniformemente riflettenti.

I calcoli dei coefficienti di utilizzazione secondo questo metodo sono forniti dal costruttore degli apparecchi sotto forma di tabelle.

Nelle tabelle riportate nel testo le righe indicano l'indice di forma del locale e le colonne gli indici di riflessione delle superfici del locale.

Gli indici di riflessione sono identificati da un codice a quattro cifre che indica rispettivamente il soffitto, la fascia tra il soffitto e l'altezza di sospensione degli apparecchi, le pareti ed infine il piano di lavoro.

Ad esempio il numero 7731 indica che il coefficiente di riflessione del soffitto è 0,7, quello della cornice 0,7, quello delle pareti 0,3 e quello del piano di lavoro 0,1.

Nel metodo CIE i coefficienti di utilizzazione sono ridotti in quanto comprendono i contributi di tutte le componenti con l'esclusione del solo rendimento ( $m_t$ ) che viene introdotto separatamente nel calcolo.

La formula del flusso totale sarà quindi:

$$F_t = (E_m * A) / (U_r * m_t)$$

in cui:

$F_t$  = flusso totale

$E_m$  = illuminamento medio richiesto

$A$  = superficie su cui è richiesto l'illuminamento

$U_r$  = fattore di utilizzazione

$m_t$  = rendimento del corpo illuminante.



#### 6.4 METODO "PER PUNTI"

Il metodo per punti consente un calcolo analitico degli illuminamento in ogni punto dell'ambiente. Generalmente il calcolo avviene dividendo l'ambiente secondo una maglia regolare e calcolando l'illuminamento prodotto da ogni corpo illuminante in ogni nodo della maglia. In questo caso il livello medio di illuminamento viene calcolato come media algebrica dei livelli calcolati nei diversi punti nel locale.

$$E_p = (I_a/h) \cos a$$

dove:

$E_p$ = illuminamento nel punto, espresso in lux;

$I_a$ = intensità in candele dell'angolo a letto sulla curva fotometrica dell'apparecchio;

$h$ = altezza della sorgente dal piano di calcolo;

$\cos a$ = coseno dell'angolo formato dalla verticale della sorgente e la linea che congiunge la sorgente al punto in esame.

Per effettuare questo tipo di calcolo è necessario avere a disposizione la curva fotometrica dell'apparecchio. La maggiore complessità del calcolo consente di conoscere con maggior dettaglio la distribuzione luminosa e l'uniformità degli illuminamenti nell'ambiente considerato.

### 7. CALCOLI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO

In allegato si riportano i calcoli illuminotecnici più significativi del progetto eseguiti con il software relux suite 2014.2

Impianto :

Numero progetto : aula tipo rivarolo

Cliente :

Autore :

Data : 18.02.2015

I seguenti valori si basano su calcoli esatti di lampade e punti luce tarati e sulla loro disposizione. Nella realtà potranno verificarsi differenze graduali. Resta escluso qualunque diritto di garanzia per i dati dei punti luce. Il produttore non si assume alcuna responsabilità per danni anche parziali derivanti all'utente o a terzi.

Oggetto :  
Impianto :  
Numero progetto : aula tipo rivarolo  
Data : 18.02.2015

## 1 Dati punti luce

### 1.1 Disano, 773 Comfort T8 - ottica specul (773 2\*36)

#### 1.1.1 Pagina dati

Marca: Disano

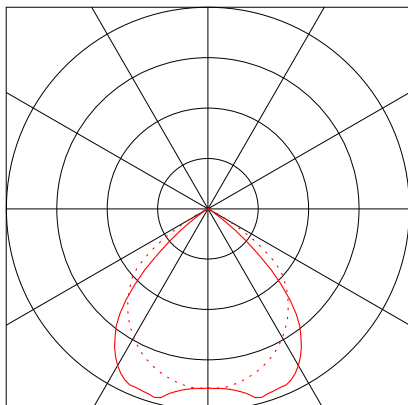
**773 2\*36      773 Comfort T8 - ottica specul**

#### Dati punti luce

Rendimento punto luce : 75%  
Rendimento punto luce : 68.46 lm/W  
Classificazione : A60 ↓100.0% ↑0.0%  
CIE Flux Codes : 69 99 100 100 75  
UGR 4H 8H (20%, 50%, 70%)  
C0 / C90 : 15.6 / 17.5  
Reattore/Alimentatore :  
Potenza del sistema : 73.4 W  
Lunghezza : 1230 mm  
Larghezza : 293 mm  
Altezza : 80 mm

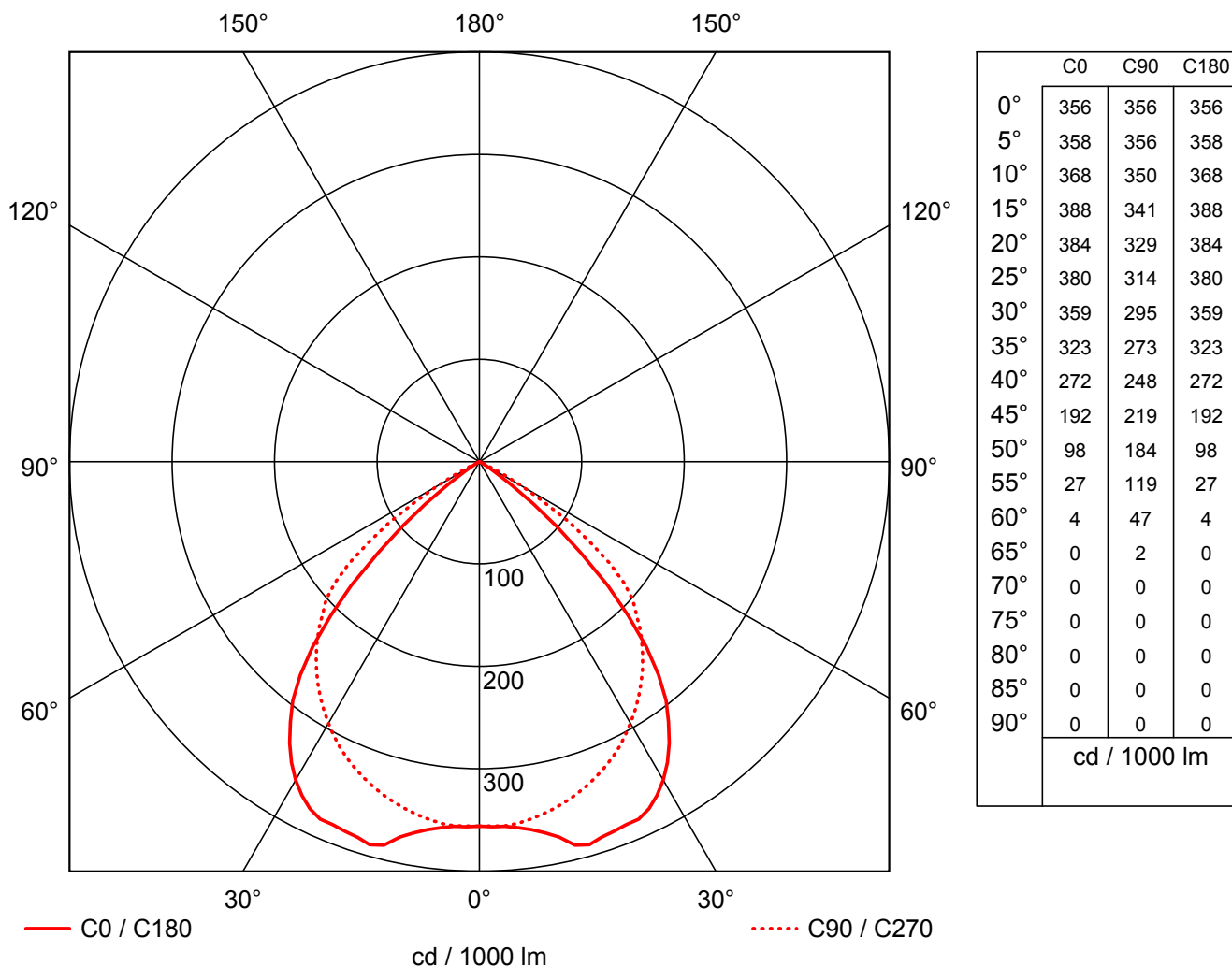
#### Sorgenti:

Quantità : 2  
Nome : FL36/4/3B  
Temp. Di Colore : 4000  
Flusso luminoso : 3350 lm  
Resa cromatica : 1B



## 1.1 Disano, 773 Comfort T8 - ottica specul (773 2\*36)

### 1.1.2 CDL



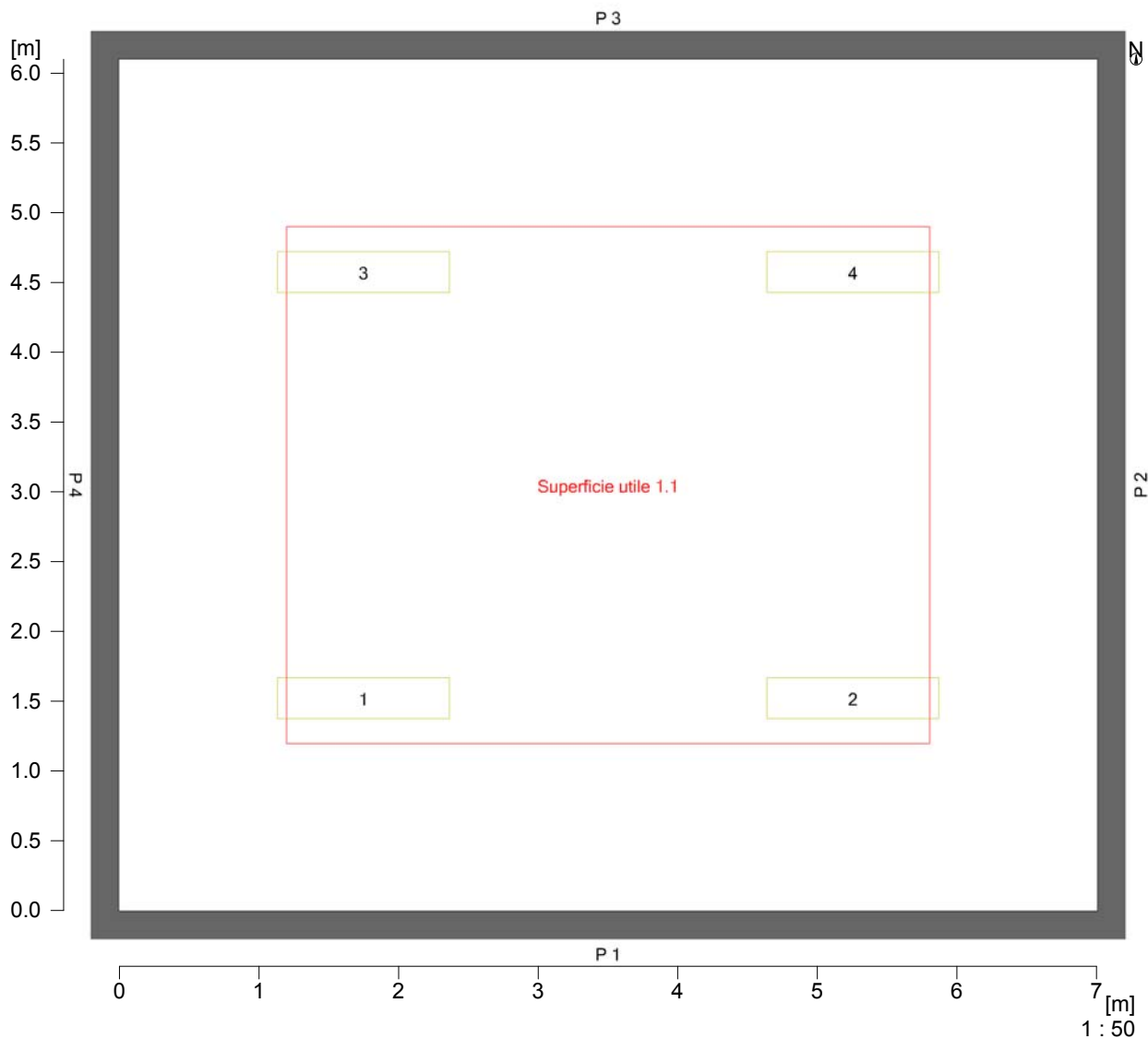
Marca : Disano  
 Codice : 773 2\*36  
 Nome punto luce : 773 Comfort T8 - ottica specul  
 Accessori : 2 x FL36/4/3B / 3350 lm  
 Dimensioni : L 1230 mm x L 293 mm x H 80 mm  
 Nome file : 773 2x36.ltd

Rendimento : 75%  
 Rendimento punto luce : 68.46 lm/W (A60)  
 Distrib. della luce : simm. a C0-C180 / C90-C270  
 Angolo fascio luminoso : 89.8° C0-C180  
 97.1° C90-C270

## 2 Interno 1

### 2.1 Descrizione, Interno 1

#### 2.1.1 Pianta



#### Dati interno:

P1 : 7.00  
 P2 : 6.10  
 P3 : 7.00  
 P4 : 6.10  
 P5 : ----  
 P6 : ----

#### Gradi di riflessione:

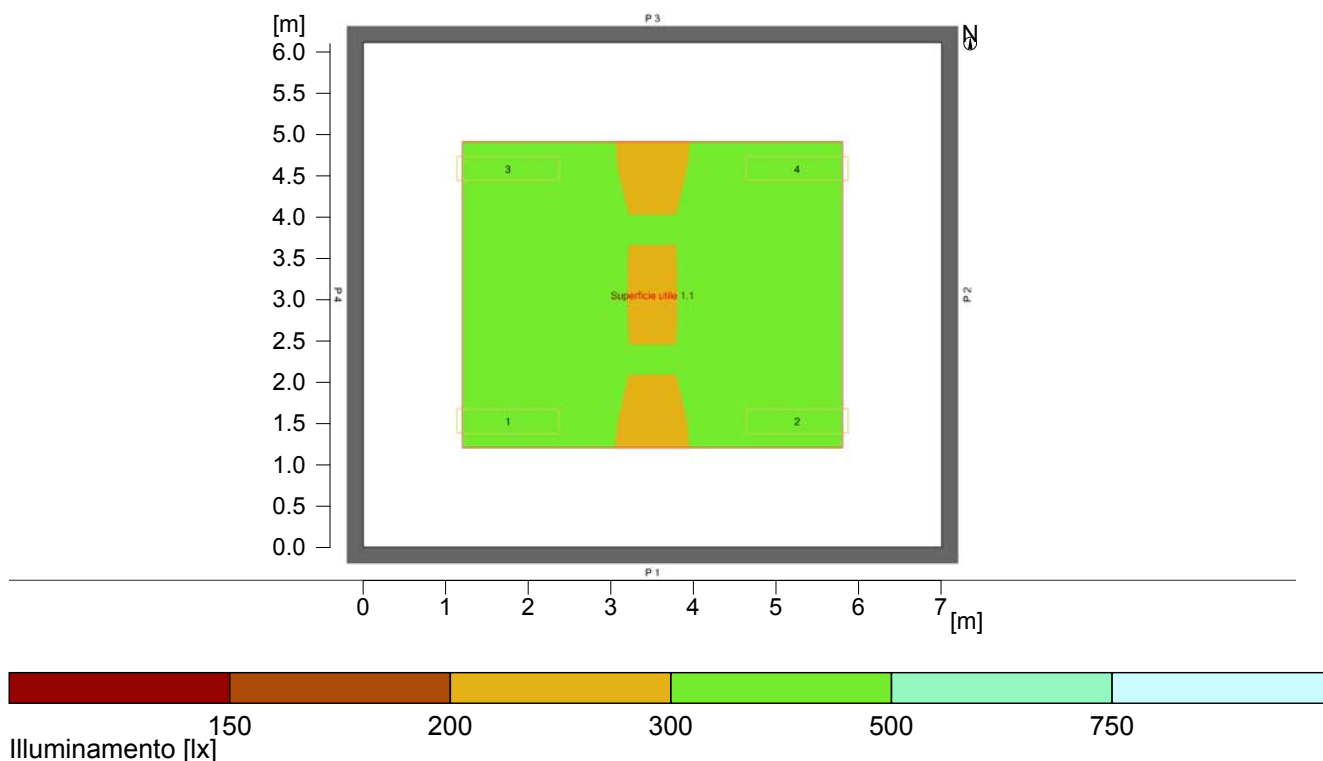
50.0 %  
 50.0 %  
 50.0 %  
 50.0 %  
 ----  
 ----  
 Suolo : 20.0 %  
 Soffitto: 70.0 %

Altezza interno[m]: 3.10  
 Altezza superficie utile [m]: 1.00  
 Altezza piano punti luce [m]: 3.10

## 2 Interno 1

### 2.2 Riepilogo, Interno 1

#### 2.2.1 Panoramica risultato, Area di valutazione 1



#### Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:  
 Altezza piano punti luce  
 Fattore di manut.

Percentuale indiretta media  
 3.10 m  
 0.67

Flusso luminoso totale di tutte le lampade  
 Potenza totale  
 Potenza totale per superficie (42.70 m<sup>2</sup>)

26800 lm  
 293.6 W  
 6.88 W/m<sup>2</sup> (1.94 W/m<sup>2</sup>/100lx)

#### Area di valutazione 1

#### Superficie utile 1.1

Orizzontale  
 Em  
 Emin  
 Emin/Eav (Uo)  
 Emin/Emax (Ud)  
 UGR (3.8H 3.3H)  
 Posizione

355 lx  
 287 lx  
 0.81  
 0.70  
 ≤17.7  
 1.00 m

#### Superfici principali

M 1.1 (Soffitto)

Em  
 52 lx  
 Uo  
 0.95

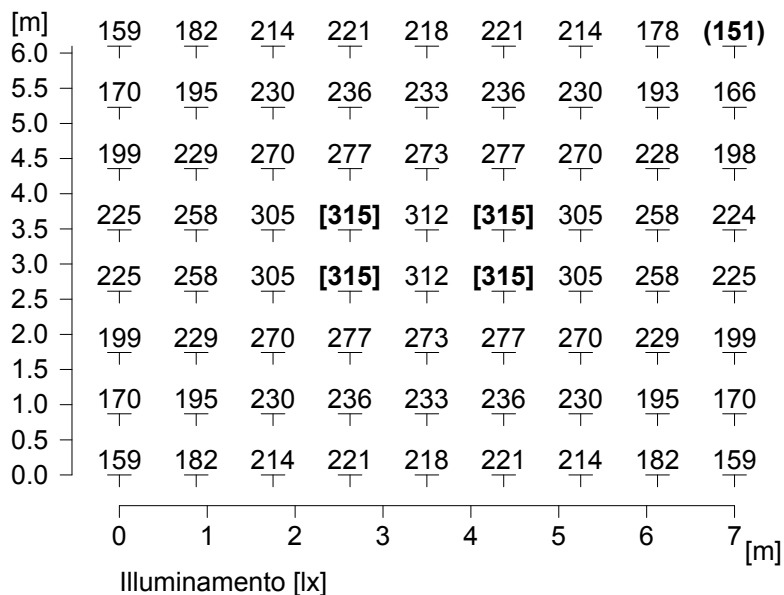
#### Tipo Num. Marca

		<b>Disano</b>	
1	4	Codice	: 773 2*36
		Nome punto luce	: 773 Comfort T8 - ottica specul
		Sorgenti	: 2 x FL36/4/3B / 3350 lm

## 2 Interno 1

### 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

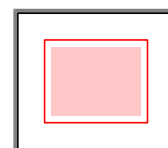
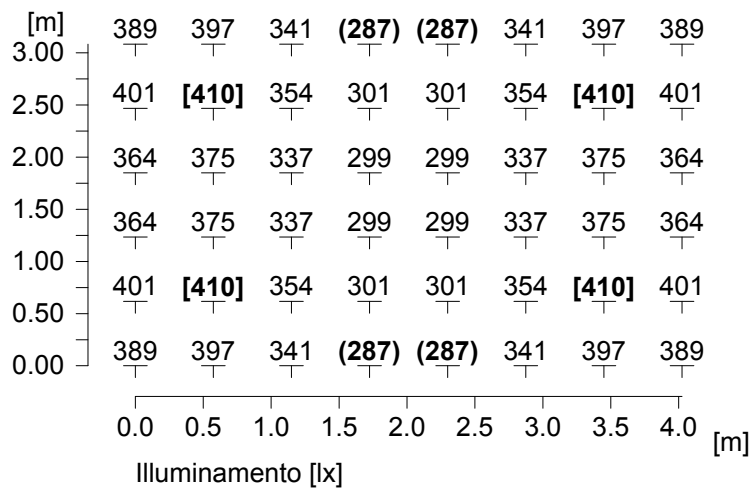
#### 2.3.1 Tabella, Suolo (E)



Illuminamento medio	Em	: 233 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 151 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 315 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 1.54 (0.65)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.09 (0.48)

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.2 Tabella, Superficie utile 1.1 (E)

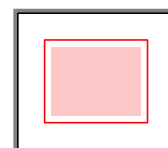
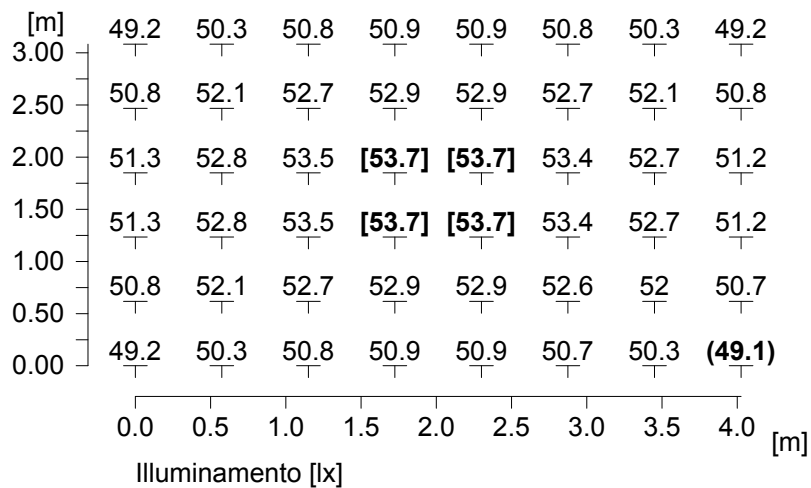


Altezza del piano di riferimento	: 1.00 m
Illuminamento medio	Em : 355 lx
Illuminamento minimo	Emin : 287 lx
Illuminamento massimo	Emax : 410 lx
Uniformità Uo	Emin/Em : 1 : 1.23 (0.81)
Uniformità Ud	Emin/Emax : 1 : 1.43 (0.70)



## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

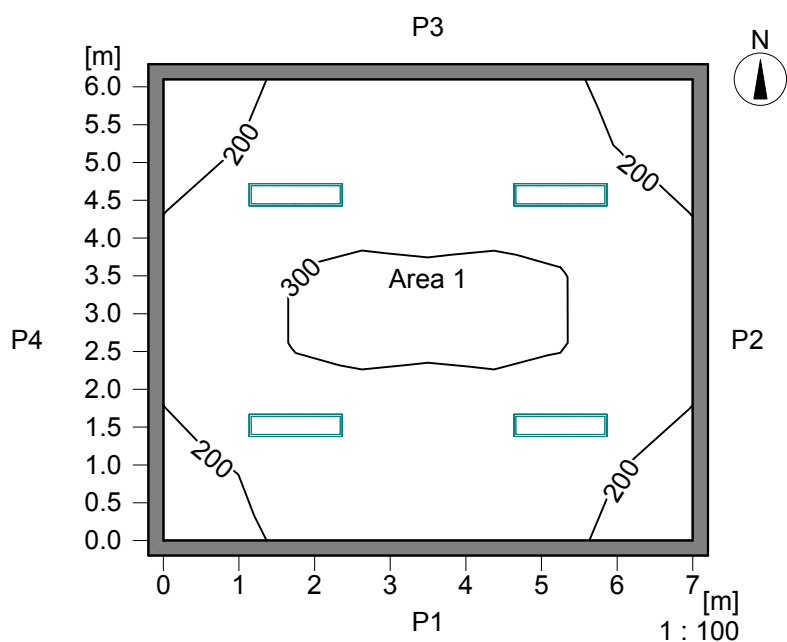
### 2.3.3 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 1 (Soffitto) (E)



Illuminamento medio	Em	: 51.7 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 49.1 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 53.7 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 1.05 (0.95)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 1.09 (0.91)

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.5 Rappresentazione isolinee, Suolo (E)

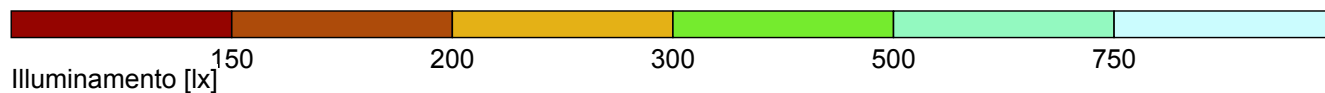
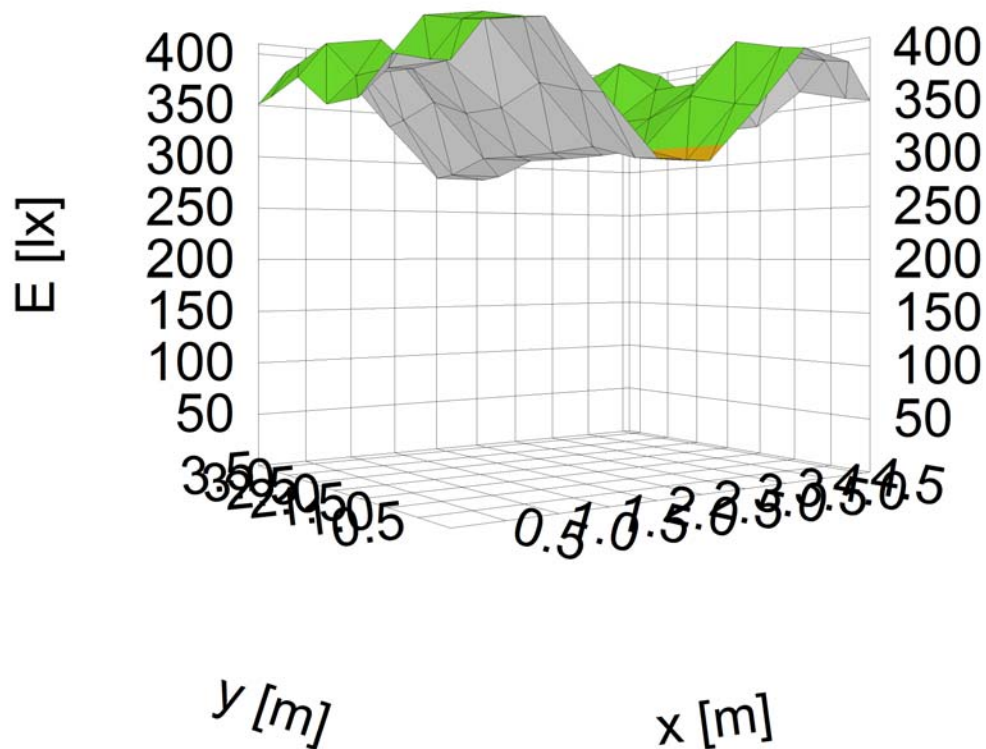


Illuminamento [lx]

Illuminamento medio	Em	: 233 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 151 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 315 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 1.54 (0.65)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.09 (0.48)

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.6 Montagne 3D, Superficie utile 1.1 (E)



Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo

Numero progetto : emergenza

Cliente :

Autore :

Data : 18.02.2015

I seguenti valori si basano su calcoli esatti di lampade e punti luce tarati e sulla loro disposizione. Nella realtà potranno verificarsi differenze graduali. Resta escluso qualunque diritto di garanzia per i dati dei punti luce. Il produttore non si assume alcuna responsabilità per danni anche parziali derivanti all'utente o a terzi.

Oggetto :  
Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
Numero progetto : emergenza  
Data : 18.02.2015

## 1 Dati punti luce

### 1.1 Beghelli, Design Led (4262)

#### 1.1.1 Pagina dati

Marca: Beghelli

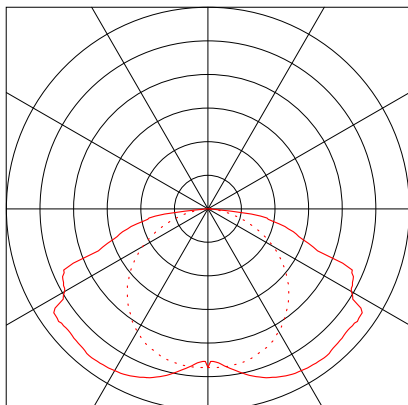
#### 4262 Design Led

##### Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%  
Rendimento punto luce : 190 lm/W  
Classificazione : A30 ↓100.0% ↑0.0%  
CIE Flux Codes : 39 73 95 100 100  
UGR 4H 8H (20%, 50%, 70%)  
C0 / C90 : 24.8 / 19.9  
Reattore/Alimentatore :  
Potenza del sistema : 1 W  
Lunghezza : 295 mm  
Larghezza : 100 mm  
Altezza : 10 mm

##### Sorgenti:

Quantità : 1  
Nome : LED 190  
Temp. Di Colore : 5000  
Flusso luminoso : 190 lm  
Resa cromatica : 80

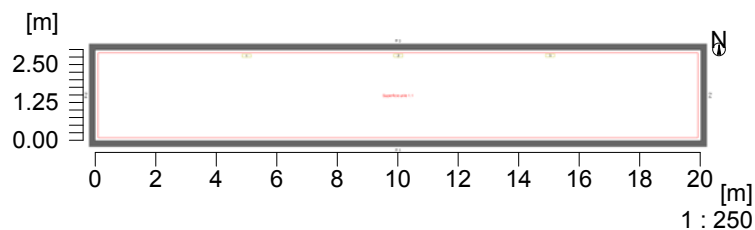


Oggetto :  
Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
Numero progetto : emergenza  
Data : 18.02.2015

## 2 Interno 1

### 2.1 Descrizione, Interno 1

#### 2.1.1 Pianta



#### Dati interno:

P1 : 20.00  
P2 : 3.00  
P3 : 20.00  
P4 : 3.00  
P5 : ----  
P6 : ----

#### Gradi di riflessione:

50.0 %  
50.0 %  
50.0 %  
50.0 %  
----  
----  
Suolo ---- 20.0 %  
Soffitto: ---- 70.0 %

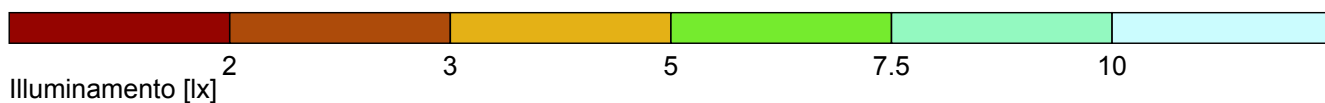
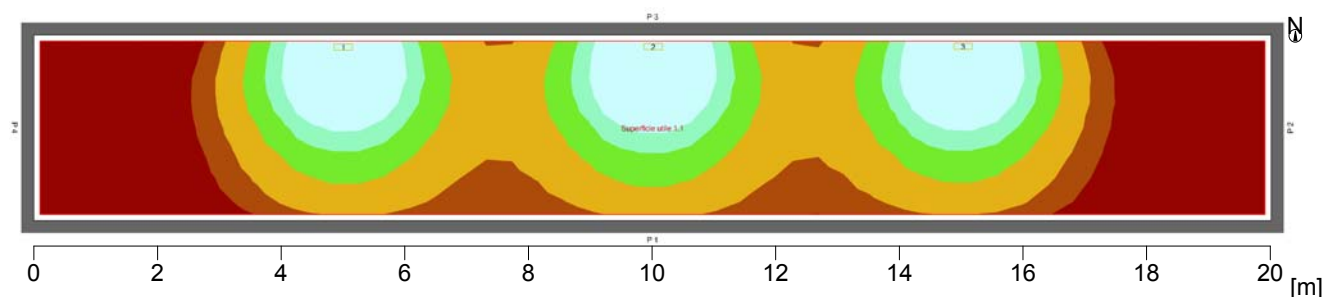
Altezza interno[m]: 2.50  
Altezza superficie utile [m]: 1.00  
Altezza piano punti luce [m]: 2.50

Oggetto :  
Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
Numero progetto : emergenza  
Data : 18.02.2015

## 2 Interno 1

### 2.2 Riepilogo, Interno 1

#### 2.2.1 Panoramica risultato, Area di valutazione 1



#### Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:  
Altezza piano punti luce  
Fattore di manut.

Percentuale indiretta media  
2.50 m  
0.80

Flusso luminoso totale di tutte le lampade  
Potenza totale  
Potenza totale per superficie (60.00 m<sup>2</sup>)

570 lm  
3.0 W  
0.05 W/m<sup>2</sup> (1.00 W/m<sup>2</sup>/100lx)

#### Area di valutazione 1

#### Superficie utile 1.1

Orizzontale  
Em  
Emin  
Emin/Eav (Uo)  
Emin/Emax (Ud)  
UGR (2.3H 15.4H)  
Posizione

5.01 lx  
0.37 lx  
0.07  
0.02  
≤23.9  
1.00 m

#### Superfici principali

M 1.5 (Soffitto)  
M 1.1 (Parete)  
M 1.2 (Parete)  
M 1.3 (Parete)  
M 1.4 (Parete)

Em  
1.48 lx  
2.87 lx  
0.79 lx  
4.82 lx  
0.78 lx

Uo  
0.21  
0.15  
0.60  
0.08  
0.60

Tipo Num. Marca

Oggetto :  
Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
Numero progetto : emergenza  
Data : 18.02.2015

## 2 Interno 1

### 2.2 Riepilogo, Interno 1

#### 2.2.1 Panoramica risultato, Area di valutazione 1

1	3	<b>Beghelli</b>	
		Codice	: 4262
		Nome punto luce	: Design Led
		Sorgenti	: 1 x LED 190 / 190 lm



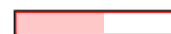
Oggetto :  
 Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
 Numero progetto : emergenza  
 Data : 18.02.2015

## 2 Interno 1

### 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

#### 2.3.1 Tabella, Superficie utile 1.1 (E)

[m]	(0.4)	0.5	0.6	0.7	1	1.4	2.2	3.5	5.9	9.8	14.6	18.2	17.6	13.7	9	5.7	3.9	3.2	3.2	4	6	9.4	14.2	18.1	18.2	14.5	9.7	
2.4	(0.4)	0.5	0.6	0.8	1.1	1.6	2.5	3.9	6.3	10.1	15.1	[18.6]	18.1	14.1	9.4	6.2	4.3	3.6	3.6	4.5	6.5	9.9	14.7	18.4	[18.6]	14.9	10.1	
2.0	(0.4)	0.5	0.7	0.9	1.2	1.7	2.4	3.8	5.9	8.8	12.4	14.7	14.4	11.8	8.4	5.9	4.3	3.6	3.6	4.4	6.1	8.7	12.2	14.7	14.8	12.4	8.9	
1.6	(0.4)	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.3	3.4	4.9	6.9	9.2	10.5	10.4	9	6.8	5.1	3.9	3.4	3.4	4	5.3	7	9.2	10.6	10.7	9.4	7.2	
1.2	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.6	2.3	3.4	4.9	6.9	9.2	10.5	10.4	9	6.8	5.1	3.9	3.4	3.4	4	5.3	7	9.2	10.6	10.7	9.4	7.2	
0.8	0.5	0.6	0.7	0.8	1.1	1.5	2	2.9	4	5.2	6.6	7.3	7.4	6.6	5.3	4.3	3.5	3.1	3.1	3.6	4.4	5.5	6.8	7.5	7.5	6.8	5.5	
0.4	(0.4)	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.8	2.4	3.2	4	4.9	5.4	5.4	4.9	4.2	3.6	3	2.7	2.8	3.1	3.7	4.3	5.1	5.6	5.6	5.2	4.4	
0.0	(0.4)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.2	1.5	2	2.5	3.1	3.6	3.8	3.9	3.7	3.3	2.8	2.5	2.4	2.4	2.6	2.9	3.4	3.8	4	4	3.8	3.5	
	0					2					4				6					8					10			
	Illuminamento [lx]																											



Parte1

Altezza del piano di riferimento	: 1.00 m
Illuminamento medio	Em : 5 lx
Illuminamento minimo	Emin : 0.4 lx
Illuminamento massimo	Emax : 18.6 lx
Uniformità Uo	Emin/Em : 1 : 13.50 (0.07)
Uniformità Ud	Emin/Emax : 1 : 50.02 (0.02)

Oggetto :  
 Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
 Numero progetto : emergenza  
 Data : 18.02.2015

## 2 Interno 1

### 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

#### 2.3.1 Tabella, Superficie utile 1.1 (E)

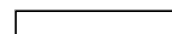
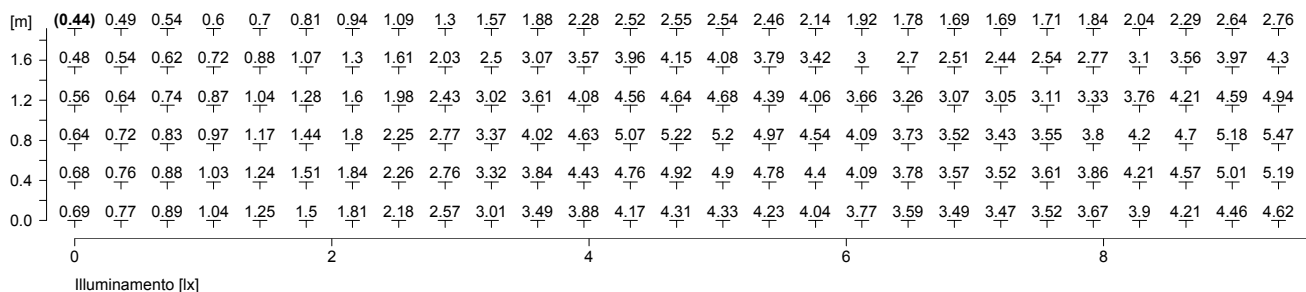
6.1	4.1	3.2	3.1	3.8	5.5	8.7	13.4	17.5	18.3	14.8	10	6	3.6	2.2	1.5	1	0.7	0.6	0.5	(0.4)															
6.6	4.6	3.6	3.5	4.2	6	9.2	13.8	17.8	18.5	15.3	10.3	6.5	4	2.5	1.7	1.1	0.8	0.6	0.5	(0.4)															
6.2	4.5	3.6	3.6	4.2	5.7	8.1	11.5	14.2	14.6	12.5	9	6	3.9	2.5	1.7	1.2	0.9	0.7	0.5	(0.4)															
5.4	4.1	3.4	3.4	3.8	5	6.6	8.7	10.2	10.4	9.2	7	5	3.4	2.3	1.6	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5															
4.5	3.6	3.1	3.1	3.4	4.1	5.1	6.4	7.2	7.3	6.6	5.3	4	2.9	2.1	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5															
3.7	3.1	2.8	2.7	2.9	3.5	4.1	4.8	5.3	5.3	4.9	4.1	3.2	2.4	1.8	1.4	1	0.8	0.7	0.5	0.5															
3	2.6	2.4	2.3	2.5	2.8	3.2	3.6	3.8	3.8	3.6	3.1	2.5	2	1.5	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	(0.4)															
<hr/>																																			
				12								14								16												18 [m]			



Parte2

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.2 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 1 (Parete) (E)



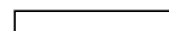
Parte1

Illuminamento medio	Em	: 2.87 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 0.44 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 5.56 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 6.52 (0.15)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 12.63 (0.08)

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.2 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 1 (Parete) (E)

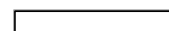
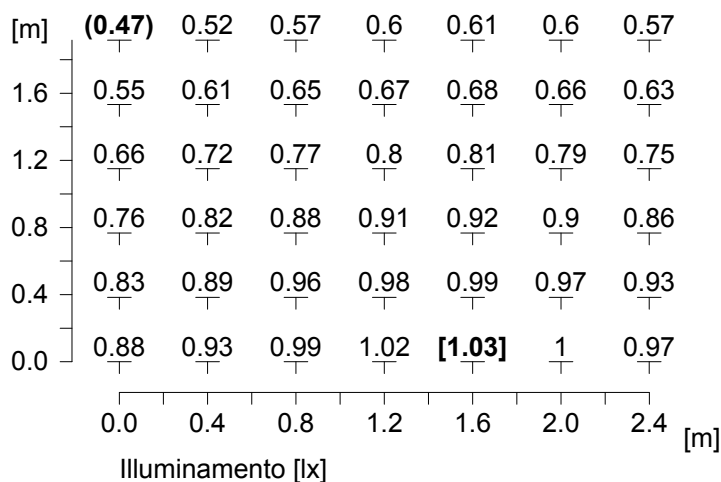
2.81	2.81	2.62	2.27	2.03	1.84	1.72	1.7	1.71	1.82	2	2.23	2.55	2.62	2.6	2.54	2.28	1.87	1.56	1.29	1.08	0.93	0.8	0.7	0.6	0.53	0.48	(0.44)
4.41	4.28	3.94	3.53	3.08	2.76	2.53	2.45	2.54	2.75	3.07	3.5	3.88	4.15	4.19	3.98	3.56	3.05	2.48	2.01	1.6	1.29	1.05	0.87	0.72	0.61	0.53	0.48
4.95	4.95	4.56	4.19	3.74	3.32	3.12	3.06	3.11	3.31	3.76	4.14	4.49	4.76	4.69	4.61	4.1	3.61	3	2.41	1.97	1.59	1.27	1.03	0.86	0.73	0.63	0.56
[5.56]	5.49	5.16	4.67	4.18	3.79	3.55	3.45	3.55	3.77	4.15	4.62	5.05	5.26	5.26	5.1	4.63	4.01	3.34	2.75	2.23	1.78	1.43	1.15	0.96	0.82	0.71	0.63
5.28	5.21	4.99	4.55	4.19	3.85	3.61	3.53	3.61	3.83	4.14	4.47	4.84	4.96	4.96	4.78	4.43	3.84	3.3	2.73	2.24	1.82	1.49	1.23	1.02	0.87	0.75	0.67
4.68	4.63	4.45	4.2	3.89	3.66	3.54	3.49	3.5	3.62	3.81	4.08	4.28	4.36	4.33	4.18	3.88	3.48	2.99	2.55	2.16	1.8	1.49	1.23	1.03	0.88	0.76	0.69
10					12					14					16					18 [m]							



Parte2

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.3 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 2 (Parete) (E)



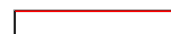
Illuminamento medio	Em	: 0.79 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 0.47 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 1.03 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 1.68 (0.60)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.19 (0.46)

Oggetto :  
 Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
 Numero progetto : emergenza  
 Data : 18.02.2015

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.4 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 3 (Parete) (E)

[m]	(0)	(0)	(0)	(0)	1	1	1	1	1	1	2	5	34	196	57	8	3	2	1	1	1	1	1	2	2	6	40	[200]	46	7
1.6	(0)	(0)	(0)	1	1	1	1	1	1	2	3	6	14	24	17	7	3	2	2	1	1	1	2	2	3	6	15	24	16	7
1.2	(0)	(0)	(0)	1	1	1	1	1	1	2	2	4	6	7	6	4	3	2	2	1	1	1	2	2	3	4	6	7	6	4
0.8	(0)	(0)	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	4	3	3
0.4	(0)	(0)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2
0.0	(0)	(0)	(0)	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	0					2						4					6						8					10		
Illuminamento [lx]																														



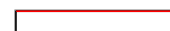
Parte1

Illuminamento medio	Em	: 5 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 0 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 200 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 12.76 (0.08)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 528.30 (0.00)

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.4 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 3 (Parete) (E)

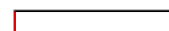
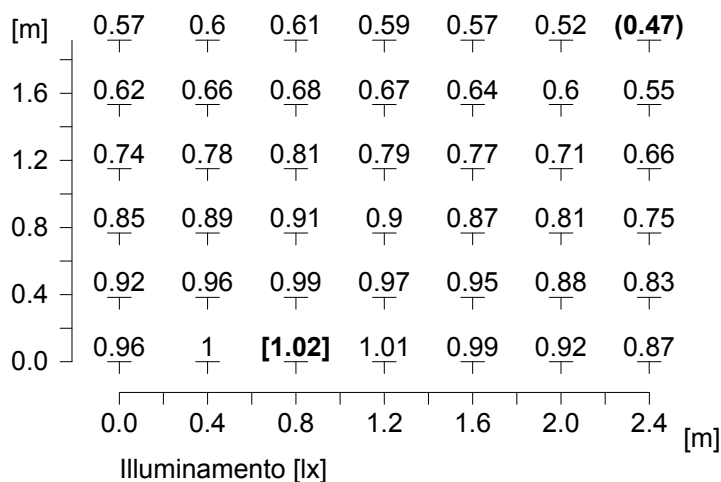
2	2	1	1	1	1	1	2	2	7	48	198	37	6	2	1	1	1	1	1	1	(0)	(0)	(0)	(0)
3	2	2	1	1	1	2	2	3	7	16	23	14	6	3	2	1	1	1	1	1	1	(0)	(0)	(0)
3	2	2	1	1	1	2	2	3	4	6	7	6	4	2	2	1	1	1	1	1	1	(0)	(0)	(0)
2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	(0)	(0)	(0)
2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	(0)	(0)	(0)
2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	(0)	(0)	(0)
12			14			16			18 [m]															



Parte2

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.5 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 4 (Parete) (E)



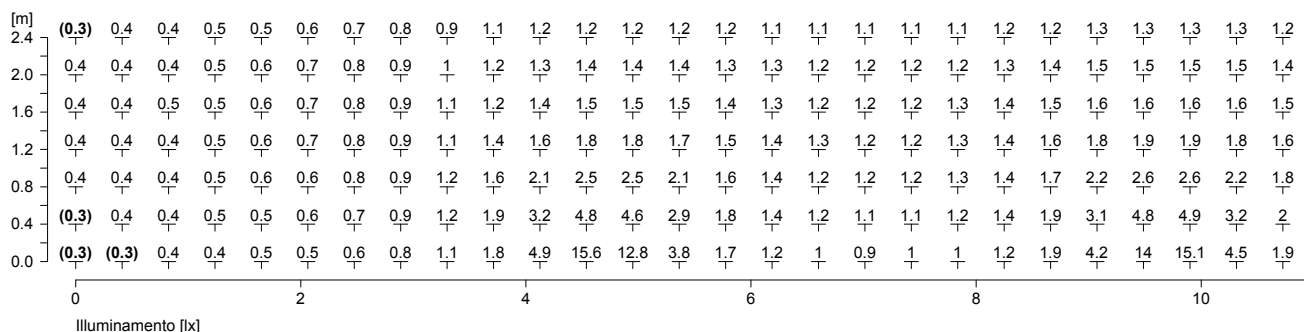
Illuminamento medio	Em	: 0.78 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 0.47 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 1.02 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 1.67 (0.60)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.18 (0.46)



Oggetto :  
 Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
 Numero progetto : emergenza  
 Data : 18.02.2015

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.6 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 5 (Soffitto) (E)



Parte1

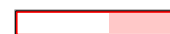
Illuminamento medio	Em	: 1.5 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 0.3 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 16.7 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 4.67 (0.21)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 52.62 (0.02)

Oggetto :  
 Impianto : emergenza connettivo tipo rivarolo  
 Numero progetto : emergenza  
 Data : 18.02.2015

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.6 Tabella, Area di valutazione 1, Superficie di misurazione 5 (Soffitto) (E)

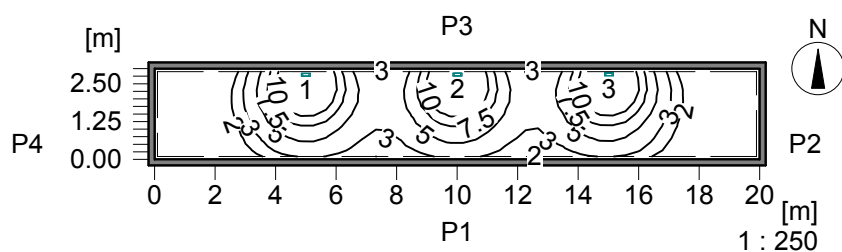
1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	(0.3)
1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.8	1.6	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.6	2	2.4	2.5	2.1	1.6	1.2	0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.3	1.7	2.7	4.4	4.8	3.2	1.9	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	(0.3)
1.3	1	0.9	0.9	1	1.1	1.6	3.5	12	[16.7]	5.1	1.9	1.1	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	(0.3)	(0.3)
12					14					16					18 [m]					



Parte2

## 2.3 Risultati calcolo, Interno 1

### 2.3.7 Rappresentazione isolinee, Superficie utile 1.1 (E)



Illuminamento [lx]

Altezza del piano di riferimento	: 1.00 m
Illuminamento medio	Em : 5 lx
Illuminamento minimo	Emin : 0.4 lx
Illuminamento massimo	Emax : 18.6 lx
Uniformità Uo	Emin/Em : 1 : 13.50 (0.07)
Uniformità Ud	Emin/Emax : 1 : 50.02 (0.02)