

Progetto di norma UNI U29000250
Illuminazione delle aree di lavoro esterne

1. Introduzione

La presente norma prescrive i requisiti per l'illuminazione artificiale di aree di lavoro ubicate all'esterno, al fine di garantire condizioni di visibilità adeguate; in particolare:

- Migliorare le condizioni di lavoro
- Rendere più sicuri il movimento ed il traffico
- Aumentare la sicurezza e protezione delle persone, animali o cose.

2. Definizioni

2.1. Illuminamento orizzontale medio in esercizio E_{hav}

Media degli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

2.2. Illuminamento verticale medio in esercizio E_{vav}

Media degli illuminamenti verticali nei punti delle griglie di riferimento.

2.3. Indice di abbagliamento GR

Parametro che definisce la classe dell'abbagliamento debilitante.

2.4. Luminanza velante prodotta dai centri luminosi presenti nel campo visivo L_v

Incremento equivalente della luminanza del campo visivo determinata dall'abbagliamento debilitante.

2.5. Luminanza velante prodotta dall'ambiente L_{ve}

Incremento equivalente della luminanza del campo visivo determinata dall'ambiente illuminato

2.6. Illuminamento orizzontale minimo E_{hmin}

Valore minimo fra gli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

2.7. Illuminamento verticale minimo E_{vmin}

Valore minimo fra gli illuminamenti verticali nei punti delle griglie di riferimento.

2.8. Illuminamento orizzontale massimo E_{hmax}

Valore massimo fra gli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

2.9. Illuminamento verticale massimo E_{vmax}

Valore massimo fra gli illuminamenti verticali nei punti delle griglie di riferimento.

2.10. Fattore di uniformità U_o

Rapporto tra i valori minimo e medio degli illuminamenti orizzontali (E_{hmin}/E_{hav}) o verticali (E_{vmin}/E_{vav}).

2.11. Fattore di uniformità U_g

Rapporto tra i valori massimo e minimo degli illuminamenti orizzontali (E_{hmax}/E_{hmin}) o verticali (E_{vmax}/E_{vmin}).

3. Prescrizioni fondamentali

3.1. Illuminamento e luminanza

La prestazione visiva è funzione di parametri percettivi che dipendono da fattori:

- oggettivi (spaziali e temporali dell'ambiente e del compito visivo)
- soggettivi (psicologici e fisiologici dell'osservatore).

I valori della luminanza delle superfici esistenti nel campo visivo costituiscono un elemento valido per una valutazione della prestazione visiva.

Tuttavia le difficoltà di misurazione della luminanza e la stretta relazione tra luminanza e illuminamento (per dati ambientali e del compito visivo costanti) hanno determinato, nella pratica, l'assunzione dell'illuminamento sul compito visivo come elemento convenzionale normato di riferimento per una prestazione soddisfacente e un opportuno contenimento dell'affaticamento.

3.2. Uniformità di illuminamento

Valori normalizzati dei fattori di uniformità, U_o e U_g , sono riportati nelle tabelle 4 e 5.

Le aree industriali possono essere caratterizzate da zone di lavoro e da altre di transito, magazzinaggio ecc. In ogni caso, pur essendo ammessi valori diversi in conformità alle tabelle 4 e 5, devono essere mantenuti gli stessi valori dell'indice di abbagliamento e dei fattori di uniformità; in particolare, si raccomanda che il rapporto fra illuminamento medio delle zone di lavoro e quello delle zone adiacenti non determini difficoltà di adattamento. Si considera ottimale il valore di 3:1, quando non sussistano particolari esigenze è accettabile il valore di 5:1 purché giustificato.

3.3. Limitazione dell'abbagliamento¹

Il controllo dell'abbagliamento contribuisce a garantire condizioni di lavoro sicure. L'indice di abbagliamento deve essere calcolato per i flussi luminosi nominali delle lampade indicati dai costruttori.

L'indice di abbagliamento GR è calcolato con la formula:

$$GR = 27 + 24 \log \left(\frac{L_v}{L_{ve}^{0,9}} \right)$$

La luminanza equivalente di velo L_v prodotta dagli apparecchi di illuminazione è data dalla formula:

$$L_v = 10 \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{q_i^2}$$

Dove

E_i è l'illuminamento, in lux, sull'occhio dell'osservatore prodotto dal centro luminoso i nel piano perpendicolare alla direzione di osservazione

¹ La limitazione dell'abbagliamento nelle aree di lavoro esterne è ricavato dal metodo dato nel rapporto tecnico N° 112 (1994) della CIE.

θ_i è l'angolo, in gradi, tra la direzione di vista dell'osservatore e la direzione della luce incidente dalla sorgente luminosa i all'occhio.
 La formula è valida per θ compreso tra $1,5^\circ$ e 60° (Figura 1)

La luminanza equivalente di velo L_{ve} determinata dall'ambiente può essere, con un'approssimazione sufficiente, calcolata con la formula seguente, nella quale la pavimentazione è considerata diffondente in modo isotropo.

$$L_{ve} = 0,035 L_m$$

Essendo:

$$L_m = \frac{r E_{hav}}{\pi}$$

Dove

L_m è la luminanza luminanza media, in cd m^{-2} , della pavimentazione

r è il fattore di riflessione medio² della pavimentazione

E_{hav} è l'illuminamento medio orizzontale, in lux, della pavimentazione

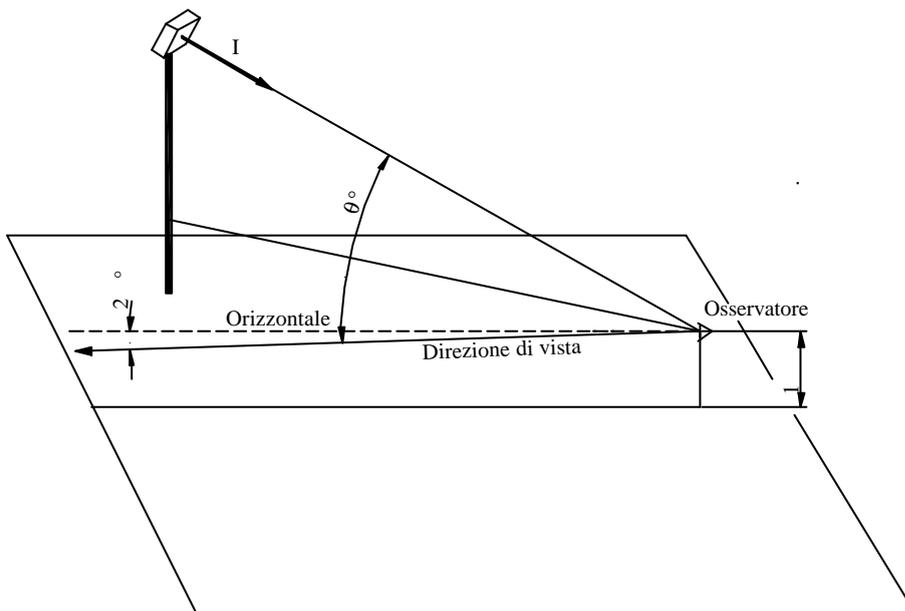


Figura 1

I valori raccomandati dell'indice di abbagliamento GR sono dati in tabella 3.1. In alcuni casi, ad esempio per attività impegnative e periodi di lavoro continuativo molto lunghi, è opportuno usare valori dell'indice di abbagliamento più bassi di 5 unità del GR tabulato.

L'osservatore può essere in una posizione:

- Fissa e conosciuta
 In questo caso il calcolo deve essere fatto per questa specifica posizione.

² Se non altrimenti determinato il valore del fattore di riflessione ρ viene considerato pari a 0,2

- Lungo una linea:
L'osservatore è posto di fronte al centro luminoso di maggior abbagliamento³. La direzione di vista è 2° sotto il piano orizzontale, vengono considerate 10 posizioni dell'osservatore con interdistanza $h/3$, dove h è l'altezza di installazione dei vari proiettori. La distanza tra la prima posizione dell'osservatore e la posizione della torre è $d = h/3$ se $\gamma \leq 70^\circ$, $d = 1,5h$ se $\gamma > 70^\circ$ (Figura 2).
La direzione di vista deve essere specificata:
 - ✓ Se conosciuta: singolarmente per ogni posizione dell'osservatore
 - ✓ Se sconosciuta: selezionando 8 direzioni assumendo che l'osservatore ruoti con passi angolari di 45°

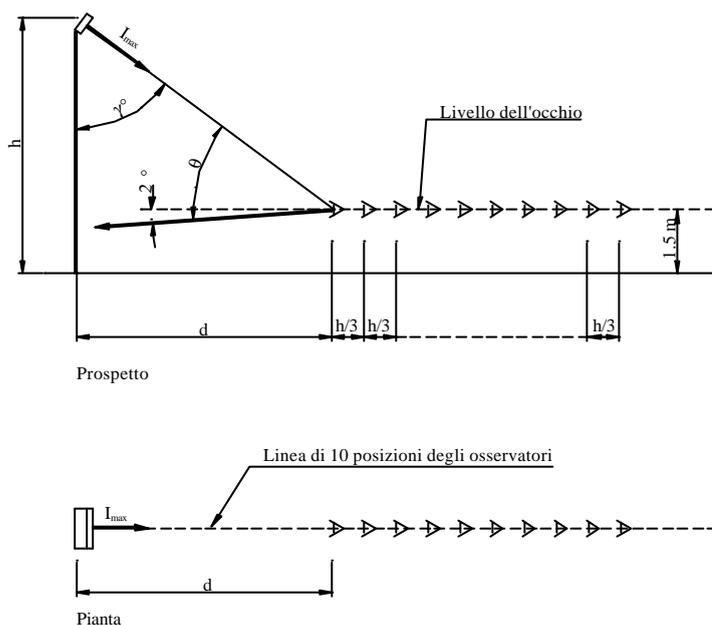


Figura 2

- Sconosciuta
Le posizioni dell'osservatore sono quelle specificate nella griglia di Figura 3. L'osservatore è posto longitudinalmente e trasversalmente ad una distanza regolare, fra i punti, di circa $h/3$.
La direzione di vista deve essere specificata:
 - ✓ Se conosciuta: singolarmente per ogni posizione dell'osservatore.
 - ✓ Se sconosciuta: selezionando 8 direzioni assumendo che l'osservatore ruoti con passi angolari di 45°

Il più elevato fra gli indici di abbagliamento calcolati dovrà essere minore od uguale ai valori riportati in tabella.

Se un'installazione soddisfa contemporaneamente ai criteri qui sotto indicati, il controllo dell'abbagliamento è considerato sempre soddisfatto:

- apparecchio adatto all'illuminazione stradale con vetro piano o con una limitazione dell'abbagliamento equivalente.
- altezza di montaggio non superiore ai 15 metri

³ Il centro luminoso può comprendere un elevato numero di proiettori collocati su una torre faro.

- apparecchi con inclinazione dal piano orizzontale non superiore ai 5° nell'emisfero superiore.

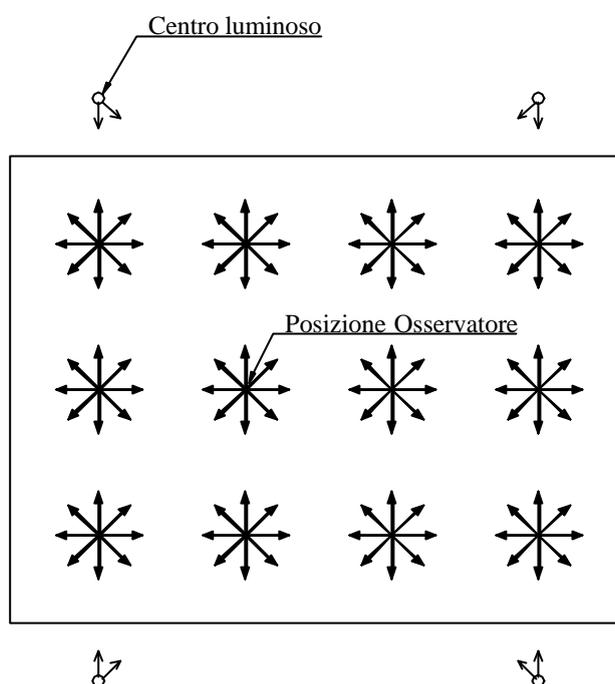


Figura 3

3.4. Qualità del colore

Per quanto riguarda la presente norma, le caratteristiche cromatiche di una sorgente luminosa sono definite dall'indice di resa del colore R_a e dalle quattro classi di cui alla tabella I.

L'indice di resa del colore di una sorgente luminosa dovranno essere dichiarati dal costruttore.

Una buona resa dei colori è importante per una corretta individuazione della segnaletica.

Tabella 1. Classi dell'indice di resa del colore per illuminazione esterna

| Classi di resa del colore | Indice resa del colore (R_a) | Tipo lampada | Applicazioni |
|---------------------------|----------------------------------|--|---|
| 1 | $R_a \geq 80$ | Incandescenza (I*) Fluorescenti (F*) Induzione Alogenuri (M*) Sodio ad alta pressione a luce corretta (S*) | Quando è richiesta una buona visione dei colori |
| 2 | $60 \leq R_a < 80$ | | |
| 3 | $40 \leq R_a < 60$ | Mercurio (Q*) | Quando non è richiesta una buona visione dei colori |
| 4 | $20 \leq R_a < 40$ | Sodio alta pressione (S*) | |
| | $R_a < 20$ | Sodio bassa pressione (L*) | |

* Codici ILCOS

3.5. Manutenzione

L'illuminamento medio non dovrà essere, in nessun caso, inferiore ai valori indicati nella tabella 1.1.

Il fattore di manutenzione è il rapporto tra i valori d'illuminamento medio in esercizio e quelli a lampada stabilizzata.

I valori d'illuminamento dati nella presente norma sono valori in esercizio ad eccezione di quelli da assumere per il calcolo dell'indice di abbagliamento GR.

3.6. Aspetti ambientali

Trattandosi di illuminazione di aree esterne, devono essere rispettate le prescrizioni della norma UNI 10819 "Requisiti per la limitazione del flusso disperso verso il cielo".

3.7. Progettazione

Il metodo di calcolo punto per punto dovrà essere utilizzato, per ottenere l'illuminamento medio ed i rapporti di uniformità prescritti.

L'area di calcolo dovrà essere suddivisa in griglie rettangolari (Figura 4). Il rapporto tra lunghezza e larghezza di una maglia della griglia dovrà essere compreso tra 0,5 e 2.

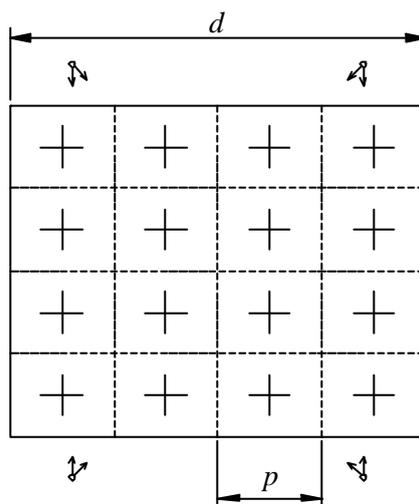


Figura 4

La massima dimensione di una maglia della griglia dovrà essere:

$$p \leq 0,2 \cdot 5^{\log d}$$

e

$$p \leq 10 \text{ m}$$

Dove

d è la lunghezza dell'area di calcolo (in metri)

p è la massima dimensione di una maglia (in metri)

L'illuminamento orizzontale è calcolato sull'altezza media del compito visivo. Qualora quest'altezza non fosse definita si assume che essa sia a 1 m dal suolo per le aree di lavoro e a livello terra per le aree di traffico.

L'illuminamento medio dovrà essere calcolato considerando i valori al centro di ogni maglia della griglia (Figura 4).

L'illuminamento medio è:

$$E_{av} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i$$

Dove

n è il numero delle maglie della griglia

E_i è il valore dell'illuminamento al centro dell' i esima maglia della griglia

Il fattore di uniformità U_o dovrà essere uguale o maggiore di quello indicato in tabella 3

Il fattore di uniformità U_g dovrà essere uguale o minore di quello indicato in tabella 3

3.8. Misurazioni

Le misurazioni fotometriche, atte alla verifica delle caratteristiche dell'impianto devono essere eseguite con strumentazione tarata e con caratteristiche metrologiche adeguate agli scopi che si prefigge la misura (norma UNI luxmetri portatili).

In ogni caso occorre adottare le seguenti precauzioni:

1. le lampade devono essere accese almeno 30 minuti prima di iniziare le misurazioni fotometriche per le lampade a scarica e 1 minuto per le lampade ad incandescenza o alogene;
2. le lampade devono aver subito un invecchiamento minimo di 100 h, preferibilmente ottenuto in condizioni tipiche di esercizio. Tale invecchiamento può ridursi a 10 h, nel caso di lampade ad incandescenza o alogene;
3. le condizioni ambientali e meteorologiche, quali umidità, temperatura, vento, potendo influenzare i risultati devono essere censite e registrate almeno all'inizio ed al termine delle misurazioni fotometriche;
4. i parametri elettrici delle lampade (tensione, intensità di corrente) devono essere registrati per tutta la durata delle misurazioni fotometriche, possibilmente ad intervalli regolari ed in vicinanza degli apparecchi che maggiormente influenzano il valore dei parametri fotometrici nella zona di misura. Nel caso di discrepanze tra i valori nominali di progetto dei parametri elettrici e quelli effettivamente misurati, devono essere applicati dei fattori correttivi quando noti;

Nel caso di misure di verifica iniziale:

1. la griglia e le direzioni di misura devono essere conformi a quanto previsto in 3.7 Progettazione;
2. le lampade e gli apparecchi d'illuminazione devono essere puliti;
3. l'invecchiamento massimo delle lampade non dovrà essere superiore alle 300 ore per le lampade a scarica e 50 ore per le lampade ad incandescenza o alogene;
4. una misura dei parametri elettrici immediatamente a valle dell'interruttore di alimentazione.

Nel caso di misure eseguite per verificare le condizioni dell'impianto od il decadimento delle prestazioni nel tempo:

1. in deroga a quanto richiesto precedentemente, la griglia di misura può essere ridotta, in accordo con il committente delle misure, applicando passi da 1 a 3 volte maggiori rispetto a quanto previsto in 3.7 Progettazione;
2. devono essere registrati gli scopi della misura e, se richiesto dal committente, le condizioni di manutenzione degli apparecchi e le ore di funzionamento delle lampade.

In Appendice A, viene riportato un esempio di relazione di prova.

4. Tabelle Applicative

Valori di illuminamento orizzontale o verticale, fattori di uniformità e limiti del grado di abbagliamento.

| Aree da illuminare, compito visivo | $E_{hav} (lx)$ | $E_{vav} (lx)$ | U_0 | U_g | GR |
|--|----------------|----------------|-------|-------|----|
| | s | s | s | £ | £ |
| 4.1 CANTIERI EDILI | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Lavoro molto grossolano: (sgombero, scavi e zona di carico) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Lavoro grossolano: (montaggio di tubi di scarico, trasporto, operazioni ausiliarie e di deposito) | 50 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Lavoro accurato: (montaggio di elementi di struttura, rinforzo illuminazione, montaggio di forme in legno e strutture, tubazioni e cablaggi elettrici) | 100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Lavoro fine: (giunzione di elementi, collegamenti elettrici, montaggio di macchine e di tubazioni) | 200 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Aree di traffico: | | | | | |
| Passaggi pedonali, manovra veicoli, zone di carico e scarico | 50 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Sicurezza e protezione: | | | | | |
| Illuminazione generale dei cantieri, formatura di componenti, deposito di legname e di acciaio, scavo di fondamenta dell'edificio e aree di lavoro ai lati dello scavo | 50 | | 0,40 | 5 | 50 |
| 4.2 CANALI E BACINI | | | | | |
| argine d'avamposto | | 1...10 | | | |
| Banchine d'attesa | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Pareti della camera di chiusura: | | | | | |
| Altezza della parete inferiore a 10 metri | | 2 | | | |
| Altezza della parete superiore a 10 metri | | 5 | | | |
| 4.3 STAZIONI DI SERVIZIO E RIFORNIMENTO CARBURANTI | | | | | |
| Strade di accesso e di uscita: | | | | | |
| Ambiente illuminato (città) | 50...100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Ambiente non illuminato | 20...50 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Area di lettura contatore: | | | | | |
| Ambiente illuminato (città) | 300...500 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Ambiente non illuminato | 150...300 | | 0,50 | 3 | 45 |

| Aree da illuminare, compito visivo | $E_{hav} (lx)$ s | $E_{vav} (lx)$ s | U_0 s | U_g f | GR f |
|--|---------------------|---------------------|------------|------------|-----------|
| Punti di controllo della pressione dell'aria e dell'acqua e altre aree di servizio | 75...150 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Aree di parcheggio e di deposito veicoli (vedi anche aree di parcheggio) | 5 | | 0,25 | 10 | 50 |
| 4.4 PORTI | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Movimentazione merci, carico e scarico | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Accoppiamento di tubi flessibili e tubazioni | 50 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Aree di traffico: | | | | | |
| Passaggi riservati esclusivamente ai pedoni | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Aree passeggeri in zone portuali | 50 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Aree di traffico veicolare | 20 | | 0,40 | 6 | 45 |
| Zone pericolose di strade pedonali e strade per circolazione veicoli (vedi anche aree di parcheggio) | 50 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Sicurezza protezione: | | | | | |
| Illuminazione generale | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Aree a medio rischio: (aree di deposito veicoli e terminali per container con traffico frequente) | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Aree ad alto rischio: (aree a rischio di incendio, esplosione, intossicamento) | 50 | | 0,40 | 5 | 45 |
| 4.5 CANTIERI INDUSTRIALI E AREE DI DEPOSITO | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Lavoro molto grossolano: (movimentazione su brevi tratti di grosse unità e di materie prime, carico e scarico di merci solide alla rinfusa) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Lavoro grossolano: (movimentazione continua di grosse unità e di materie prime, carico e scarico merci, sollevamento e discesa tramite gru, piattaforme aperte di caricamento) | 50 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Lavoro accurato: (lettura dati, piattaforme coperte di caricamento, utilizzo di strumenti, operazioni ordinarie di armatura e gettata in centrali di betonaggio) | 100 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Lavoro fine: (collegamenti elettrici, installazione di macchinari e tubazioni, controllo) | 200 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Aree di traffico: | | | | | |
| Passaggi riservati esclusivamente ai pedoni | 5 | | 0,25 | 10 | 50 |
| Aree di traffico per veicoli a circolazione lenta (max. 10km/h), come biciclette e autocarri | 10 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Veicoli comuni (max. 40km/h), strade a diritto di precedenza nelle aree di parcheggio | 20 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Sicurezza e protezione: | | | | | |
| Aree a basso rischio: (aree di deposito con traffico occasionale) | 5 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Aree a medio rischio: (aree di deposito veicoli e terminali di container con traffico frequente) | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |

| Aree da illuminare, compito visivo | $E_{hav} (lx)$ s | $E_{vav} (lx)$ s | U_0 s | U_g f | GR f |
|--|---------------------|---------------------|------------|------------|-----------|
| Aree ad alto rischio: (aree a rischio di incendio, esplosione, intossicamento, radiazione) | 50 | | 0,40 | 5 | 45 |
| 4.6 AREE DI PARCHEGGIO | | | | | |
| Aree di parcheggio e zone pedonali: | | | | | |
| Traffico leggero: (aree di parcheggio per negozi, scuole, chiese, case a schiera e condomini) | 5 | | 0,25 | 10 | 55 |
| Traffico medio: (aree di parcheggio per grandi magazzini, stabili adibiti ad uffici, stabilimenti, complessi sportivi e multifunzionali) | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Traffico intenso: (aree di parcheggio per grandi centri commerciali, grandi complessi sportivi e multifunzionali) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Strade per la circolazione di veicoli: | | | | | |
| Traffico leggero | 5 | | 0,25 | 10 | 50 |
| Traffico medio | 10 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Traffico intenso | 20 | | 0,40 | 5 | 55 |
| 4.7 INDUSTRIE PETROLCHIMICHE E ALTRE INDUSTRIE A RISCHIO | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Lavoro molto grossolano: (utilizzo di strumenti di manutenzione, impiego di valvole regolate manualmente, accensione e spegnimento di motori, accensione di bruciatori) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Lavoro grossolano: (riempimento e svuotamento di autocarri e vagoni per il trasporto di container con sostanze non a rischio, controllo di perdite, tubazioni e guarnizioni) | 50 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Lavoro accurato: (riempimento e svuotamento di autocarri e vagoni per il trasporto di container con sostanze pericolose, sostituzione della guarnizione delle pompe, lavoro di manutenzione generale, lettura degli strumenti) | 100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Lavoro fine: (riparazione di macchinari e dispositivi elettrici) | 200 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Aree di traffico: | | | | | |
| Passaggi riservati esclusivamente ai pedoni | 5 | | 0,25 | 10 | 50 |
| Aree di traffico per veicoli a circolazione lenta (max. 10 km/h), come biciclette e autocarri | 10 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Traffico di veicoli regolari (max. 40 km/h) | 20 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Sicurezza e protezione: | | | | | |
| Aree a basso rischio: (aree destinate a processi non rischiosi e piattaforme e scale usate occasionalmente) | 10 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Aree a medio rischio: (aree di deposito di veicoli e convogliatori) | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |

| Aree da illuminare, compito visivo | $E_{hav} (lx)$ s | $E_{vav} (lx)$ s | U_0 s | U_g £ | GR £ |
|--|---------------------|---------------------|------------|------------|-----------|
| Aree ad alto rischio: (depositi di petrolio, torri di raffreddamento, compressori per caldaie, impianti di pompaggio, valvole, collettori, piattaforme operative, scale utilizzate regolarmente, punti di incrocio di convogliatori, stazioni elettriche di smistamento) | 50 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Luoghi di carico e scarico di combustibili liquidi | 100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| 4.8 IMPIANTI DI ENERGIA ELETTRICA, GAS E RISCALDAMENTO | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Lavoro molto grossolano: (utilizzo di strumenti di manutenzione, movimentazione di carbone) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Lavoro grossolano: (controllo generale) | 50 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Lavoro accurato: (lavoro di manutenzione generale e lettura degli strumenti) | 100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Lavoro fine: (riparazione di dispositivi elettrici) | 200 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Aree di traffico: | | | | | |
| Circolazione pedonale all'interno di aree sicure dal punto di vista del sistema elettrico | 5 | | 0,25 | 10 | 50 |
| Aree di traffico per veicoli a circolazione lenta (max.10 km/h), come biciclette, autocarri e scavatrici | 10 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Traffico di veicoli regolari (max 40 Km/h) | 20 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Sicurezza e protezione: | | | | | |
| Aree a basso rischio: (bacini carboniferi) | 5 | | 0,25 | 10 | 55 |
| Aree a medio rischio: (depositi di petrolio) | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Aree ad alto rischio: (stazioni di smistamento) | 50 | 50 | 0,40 | 5 | 45 |
| 4.9 AREE FERROVIARIE | | | | | |
| Aree viaggiatori: | | | | | |
| Marciapiedi aperti, stazioni piccole | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Marciapiedi aperti, stazioni medie | 20 | | 0,40 | 3 | 45 |
| Marciapiedi aperti, stazioni grandi | 50 | | 0,40 | 3 | 45 |
| Marciapiedi coperti, stazioni piccole | 50 | | 0,40 | 3 | 45 |
| Marciapiedi coperti, stazioni grandi | 100 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Scale, stazioni piccole e medie | 50 | | 0,40 | 3 | 45 |
| Scale, stazioni grandi | 100 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Passaggi pedonali, stazioni piccole e medie | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Passaggi pedonali, stazioni grandi | 50 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Aree merci: | | | | | |
| Binario merci, operazione temporanea o veloce | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Binario merci, operazione continua | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Marciapiedi aperti | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Marciapiedi coperti, operazione temporanea o veloce | 50 | | 0,40 | 3 | 45 |
| Marciapiedi coperti, operazione continua | 100 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Aree di traffico per gru mobili e carrozze | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |

| Aree da illuminare, compito visivo | $E_{hav} (lx)$ s | $E_{vav} (lx)$ s | U_0 s | U_g £ | GR £ |
|---|---------------------|---------------------|------------|------------|-----------|
| Aree di movimentazione container | 20 | | 0,50 | 6 | 50 |
| Aree di deposito container | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Binario per il carico del rimorchio sul vagone | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Depositi ferroviari: | | | | | |
| Stazioni di smistamento in piano: | | | | | |
| - area di manovra | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| - area centrale della stazione, operazione temporanea o veloce | 10 | | 0,40 | 6 | 50 |
| - area centrale della stazione, operazione continua | 15 | | 0,40 | 5 | 45 |
| - binario di raccordo, area di sganciamento | 10 | | 0,50 | 3 | 50 |
| Stazioni di smistamento treni treni : | | | | | |
| - area di manovra | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| - area centrale della stazione | 15 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Area della sella di lancio: | | | | | |
| - fossa di ispezione dei vagoni | | 100 | | | |
| - area di sganciamento | 50 | 20 | 0,40 | 3 | 45 |
| - culmine della sella di lancio, lettura del numero del vagone | 20 | 50 | 0,40 | 3 | 45 |
| Impianti di smistamento: | | | | | |
| a) rotazione, manovra e frenatura manuali del vagone | | | | | |
| - rotaia di frenatura con ceppo freni | 20 | | 0,40 | 3 | 45 |
| - area di manovra, locomotiva in testa | 15 | | | | |
| - area di frenatura con ceppo freni | 15 | | 0,40 | 5 | 45 |
| b) rotazione, manovra e frenatura automatici del vagone | | | | | |
| - freni di rallentamento* | | 50 | | 3 | 45 |
| - freni di rallentamento a regolazione continua | 15 | | 0,40 | 5 | 45 |
| - area di manovra, locomotiva in testa | 15 | | 0,40 | 5 | 50 |
| - area centrale dell'impianto di smistamento | 15 | | 0,40 | 5 | 45 |
| - area di manovra, area centrale della stazione | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Binari sulle aree delle stazioni viaggiatori: | | | | | |
| - area di manovra, area centrale della stazione | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Binari di manutenzione e stazionamento di carrozze, treni e locomotive: | | | | | |
| - area di pulizia delle carrozze passeggeri | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| - area di manutenzione delle carrozze passeggeri | 20 | 20 | 0,40 | 5 | 45 |
| - area di lavaggio delle carrozze passeggeri | 20 | 20 | 0,40 | 5 | 45 |
| - binari di deposito per vagoni e carrozze | 5 | | 0,25 | 8 | 50 |
| - binari di deposito per locomotive | 20 | | 0,40 | 5 | 50 |
| - Passaggi a livello | 20 | | 0,40 | 5 | 45 |

* Abbagliamento percepito dalla torre di controllo

| Aree da illuminare, compito visivo | $E_{hav} (lx)$ s | $E_{vav} (lx)$ s | U_0 s | U_g f | GR f |
|--|---------------------|---------------------|------------|------------|---------|
| 4.10 SEGHERIE | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Lavoro molto grossolano: (rapida movimentazione di legname su terra e per via fluviale, trasportatori di segatura e trucioli) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Lavoro grossolano: (luoghi di distribuzione e divisione in lotti del carico, selezione del legname su terra o in acqua, punti di scarico del legname e punti di carico del legname tagliato, sollevamento meccanico verso il trasportatore di legname) | 50 | | 0,40 | 3 | 50 |
| Lavoro medio: (lettura della destinazione e dei contrassegni del legname tagliato) | 100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Lavoro fine: (legatura del legname con cinghie) | 200 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Lavoro molto fine: (introduzione del legname negli spogliatori e nelle truciolatrici) | 300 | | 0,50 | 4 | 45 |
| Area di traffico: | | | | | |
| Passaggi riservati esclusivamente ai pedoni | 5 | | 0,25 | 10 | 50 |
| Aree di traffico per veicoli a circolazione lenta (max. 10km/h), come biciclette e autocarri | 10 | | 0,25 | 8 | 50 |
| Traffico di veicoli regolari (max. 40 km/h) | 20 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Sicurezza e protezione: | | | | | |
| Aree a basso rischio, come depositi di legname, depositi per la segatura e i trucioli | 5 | | 0,25 | 10 | 55 |
| Aree a medio rischio, come aree di deposito del legname tagliato | 10 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Aree ad alto rischio, come punti di incrocio di convogliatori, aree a rischio di incendio | 50 | | 0,40 | 5 | 55 |
| 4.11 CANTIERI NAVALI E DOCK | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Lavoro molto grossolano: (movimentazione su brevi tratti di grosse unità) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Lavoro grossolano: (pulitura degli scafi delle navi) | 50 | | 0,25 | 5 | 50 |
| Lavoro accurato: (verniciatura e saldatura degli scafi delle navi) | 100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Lavoro fine: (montaggio di componenti elettrici e meccanici) | 200 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Area di traffico: | | | | | |
| Passaggi riservati esclusivamente ai pedoni | 5 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Aree di traffico per veicoli a circolazione lenta (max. 10 km/h), come biciclette e autocarri | 10 | | 0,40 | 5 | 50 |
| Traffico di veicoli regolari (max. 40 km/h) | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |
| Sicurezza e protezione: | | | | | |
| Illuminazione generale nell'area del cantiere navale, aree di deposito per strutture prefabbricate | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |

| Aree da illuminare, compito visivo | $E_{hav} (lx)$ s | $E_{vav} (lx)$ s | U_0 s | U_g f | GR f |
|---|---------------------|---------------------|------------|------------|-----------|
| 4.12 IMPIANTI IDRICI E FOGNATURE | | | | | |
| Area di lavoro: | | | | | |
| Lavoro molto grossolano: (utilizzo di strumenti di manutenzione, impiego di valvole regolate manualmente, accensione e spegnimento di motori) | 20 | | 0,25 | 8 | 55 |
| Lavoro grossolano: (trattamento di sostanze chimiche, controllo delle perdite, delle guarnizioni delle tubazioni e degli impianti di depurazione) | 50 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Lavoro accurato: (sostituzione di pompe, lavoro di manutenzione generale, lettura degli strumenti) | 100 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Lavoro fine: (riparazione di motori e di dispositivi elettrici) | 200 | | 0,50 | 3 | 45 |
| Area di traffico: | | | | | |
| Passaggi riservati esclusivamente ai pedoni | 5 | | 0,25 | 10 | 55 |
| Aree di traffico per veicoli a circolazione lenta (max. 10 km/h), come biciclette e autocarri | 10 | | 0,40 | 6 | 55 |
| Traffico di veicoli regolari (max 40 km/h) | 20 | | 0,40 | 5 | 45 |
| Sicurezza e protezione: | | | | | |
| Aree a basso rischio: (passaggi e scale di servizio usati occasionalmente, bacini di depurazione e di aerazione delle acque di scarico, vasche filtranti e digestori) | 5 | | 0,25 | 10 | 55 |
| Aree a medio rischio: (scale usate regolarmente, bacini e filtri di impianti di depurazione delle acque) | 20 | | 0,40 | 6 | 50 |

5. Valori da assumere per lavori in aree esterne non previsti dalle tabelle al punto 4

| Lavoro | Esempio | Traffico e Movimento | Esempio | Sicurezza e Protezione | Esempio | Illuminamento orizzontale medio mantenuto E_m [lux] > | Uniformità | | Limite di abbagliamento GR ≤ |
|------------------|---|----------------------------|---|------------------------|---|---|------------|---------|------------------------------|
| | | | | | | | U_0 ≥ | U_g ≤ | |
| | | Pedonale | Individuale | Rischio basso | Area industriale di deposito | 5 | 0.25 | 10 | 55 |
| | | | Piccole Folle | | | 10 | 0.25 | 8 | 50 |
| | Lavoro occasionale su cantiere ferroviario | Movimento di veicoli lenti | Elevatori, camion, biciclette | Rischio basso | Area di deposito con merce preziosa | 10 | 0.4 | 6 | 50 |
| | Lavoro su cantiere ferroviario | | | | | 15 | 0.4 | 5 | 45 |
| Molto Grossolano | Manipolazione in grande quantità di corpi solidi | Movimento di veicoli lenti | Parcheggi | Rischio medio | Deposito veicoli | 20 | 0.25 | 8 | 55 |
| | | | Terminal Container | | Terminal container con traffico frequente | 20 | 0.4 | 6 | 50 |
| | | Traffico normale | Traffico veicolare regolare | Rischio medio | | 20 | 0.4 | 5 | 45 |
| | | | Piattaforma ferroviaria affollata | | | 20 | 0.4 | 3 | 45 |
| Grossolano | Manipolazione in grande quantità di carichi navali | Traffico normale | | Rischio elevato | Area critica interna lavoro elettrico | 50 | 0.4 | 5 | 45 |
| | | | Piattaforma ferroviaria molto affollata | | | 50 | 0.4 | 3 | 45 |
| Accurato | Lavoro con utensili, oggetti di carpenteria | Traffico normale | | Rischio elevato | Area critica interna a raffinerie, industrie chimiche | 100 | 0.4 | 5 | 45 |
| | | | Deposito di piattaforma ferroviaria affollato | | | | 100 | 0.5 | 3 |
| Fine | Installazione di macchine e presenza di elettricità | | | | | 200 | 0.5 | 3 | 45 |

1) Se l'oggetto nel compito visivo non è nel piano orizzontale, il valore d'illuminamento si riferisce all'altezza dell'oggetto in un piano appropriato.

2) L'illuminamento medio è sempre riferito ad un valore medio mantenuto

3) Per compiti visivi di particolare importanza o lunghi periodi di visione è bene utilizzare valori d'abbagliamento minori di 5 unità rispetto al GR specificato

Appendice A (informativa)

Esempio di rapporto di prova

A.1. Informazioni generali

| | | |
|--|--|--|
| Nome dell'area | | |
| Data delle misure | | |
| Ora delle misure | | |
| Nome delle persone che partecipano alle misure | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

A.2. Dati geometrici

| |
|--|
| Disegno dell'area, e rilevanti aree attorno, con dimensioni e posizioni degli apparecchi e, dove possibile, integrate da fotografie. |
|--|

A.3. Dati lampade ed apparecchi

| | | |
|------------------------------------|----------------------------------|--|
| Apparecchio tipo 1 | Identificazione | |
| | Tabella delle intensità luminose | |
| | Orientamento | |
| | Altezza di montaggio | |
| | Data installazione | |
| | Data ultima pulizia | |
| | Altri dati | |
| Lampade dell'apparecchio tipo 1 | Tipo | |
| | Potenza | |
| | Data installazione | |
| | Numero | |
| | Alimentatore | |
| | Metodo di regolazione | |
| | | |
| Apparecchio tipo | Identificazione | |
| | Tabella delle intensità luminose | |
| | Orientamento | |
| | Altezza di montaggio | |
| | Data installazione | |
| | Data ultima pulizia | |
| | Altri dati | |
| Lampade dell'apparecchio tipo | Tipo | |
| | Potenza | |
| | Data installazione | |
| | Numero | |
| | Reattore | |
| | Metodo di regolazione | |

A.4. Alimentazione elettrica

| | |
|---|--|
| Tensione media durante le misure al quadro principale | |
| Tensione media durante le misure | |
| Tensione minima durante le misure | |

A.5. Condizioni ambientali

| Condizioni Ambientali | Inizio | Fine |
|------------------------------------|--------|------|
| Condizioni meteorologiche | | |
| Temperatura °C | | |
| Visibilità | | |
| Superfici (bagnate, secche, umide) | | |

A.6. Condizioni dell'impianto

| | |
|--|--|
| Allineamento degli apparecchi | |
| Orientamento degli apparecchi | |
| Stato di manutenzione degli apparecchi | |
| Luce proveniente dall'esterno | |
| Ostacoli alla luce | |
| Altri aspetti d'installazione | |

A.7. Strumenti di misura

| Tipo di strumento | Costruttore | Modello | Strumento n° | Data di calibrazione | Nome dell'autorità certificante |
|-------------------|-------------|---------|--------------|----------------------|---------------------------------|
| Luxmetro | | | | | |
| Luminanzometro | | | | | |
| Voltmetro | | | | | |

A.8. Griglia dei punti di misura

| | |
|--|--|
| Schema della griglia di misura | |
| | |
| Altezza della testa fotometrica (m) | |
| Identificazione dello strumento | |
| Campo o campi usati | |
| Indicare nello schema le posizioni degli apparecchi e dei punti di misura, i valori fotometrici misurati, come pure le direzioni per gli illuminamenti verticali | |

A.9. Risultati delle misure

Occorre riportare i risultati delle misure relativi alle caratteristiche dell'impianto indicate dalle tabelle 4 e 5.

L'indice GR può essere ottenuto da calcoli analitici o da misure (luminanza velante). La misura effettiva della luminanza velante è opportuna nel caso siano ravvisabili condizioni pregiudizievoli alla sicurezza.