



Comune di Arezzo

Ufficio Mobilità
Servizio Governo del Territorio

PNRR "Rigenerazione Urbana"

Intervento di realizzazione di una pista ciclabile di collegamento tra il Centro Commerciale OBI e Via Bologna
CUP B11B21002300005

LIV. PROG.

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE

STRUTTURE:

Ing. Stefano Pittalis
Ordine Ingg Firenze n.6732

ARCHITETTONICA:

Ing. Stefano Pittalis
Ordine Ingg Firenze n.6732

IMPIANTISTICA:

Ing. Stefano Pittalis
Ordine Ingg Firenze n.6732

GEOLOGICA:

Geol. Giuseppe Lotti
Ordine Geol. Toscana n.1422



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Roberto Bernardini

(Timbro & Firma)

TIPO ELABORATO

ELABORATI IMPIANTISTICI

ELABORATO

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI

COD. PROGETTO

23036

RIFERIMENTO ELABORATO

N° Ordine Elaborato	Livello Progettuale	Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Anno	Revisione
1 8	P E	R T	0 1	2 4	0 0

DATA DI STAMPA

marzo 24

SCALA

NOME FILE

240220_23036_Arch

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	PROGETTO ESECUTIVO				

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
IMPIANTO ILLUMINAZIONE PISTA
CICLABILE

PROGETTO PER L'ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLA PISTA CICLABILE

SOMMARIO

1. PREFAZIONE	3
1.1. Contesto di riferimento	3
1.2. Criteri utilizzati per le scelte progettuali	3
1.3. Qualità e caratteristiche dei materiali da utilizzare	4
2. DESIGNAZIONE DELLE OPERE DA ESEGUIRE	4
3. LEGGI, REGOLAMENTI E NORME TECNICHE	5
3.1. Rispondenza agli aspetti legali e normativi	5
3.2. Leggi e regolamenti	5
3.3. Norme tecniche	5
4. ANALISI ILLUMINOTECNICA E INDICI DI PRESTAZIONE	7
4.1. Categorizzazione illuminotecnica e analisi del rischio	7
4.2. Definizioni e generalità	8
4.3. Valutazione preliminare e zonizzazione	11
4.4. Identificazione delle categorie illuminotecniche d'ingresso	12
4.5. Identificazione delle categorie illuminotecniche di progetto	13
4.6. Calcolo indici di prestazione IPEA e IPEI	15
5. OPERE PROVVISORIE E ACCESSORIE	21
5.1. Impianto di cantiere	21
5.2. Assistenza ad altre aziende e oneri accessori per l'Appaltatore	21
5.3. Disegni As-Built	23
5.4. Catalogo elettrico	23
5.5. Manuale Operativo	23
5.6. Collaudo	24
5.7. Dichiarazione di conformità	25
6. DATI TECNICI PRELIMINARI DI PROGETTO	25
6.1. Fornitura elettrica	25

6.2.	Caduta di tensione	25
6.3.	Coefficienti di utilizzazione e contemporaneità	26
6.4.	Gradi di protezione	26
6.5.	Coefficienti di riempimento delle tubazioni	27
7.	CRITERI E CONSIDERAZIONI GENERALI	28
7.1.	Rischio elettrico	28
7.2.	Continuità di servizio	28
8.	PRESCRIZIONI E CARATTERISTICHE TECNICHE DI PROGETTO	29
8.1.	Tipo di posa e distribuzione	29
8.2.	Cavi	30
8.3.	Plinti di fondazione	31
8.4.	Pali illuminazione	32
8.5.	Morsettiera di connessione su asola palo	33
8.6.	Corpi illuminanti scelti	34
8.7.	Rischio di fulminazione	35
8.8.	Impianto di terra	35
9.	PROTEZIONI	36
9.1.	Protezione da sovraccarico e cortocircuito	36
9.2.	Protezione contro i contatti indiretti	38
9.3.	Protezione contro i contatti diretti	40
9.4.	Protezione contro le ustioni	40
10.	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	40

1. PRAFAZIONE

1.1. CONTESTO DI RIFERIMENTO

La seguente relazione tecnica specialistica mira a spiegare nel dettaglio quelli che sono gli interventi da mettere in atto per l'adeguamento dell'illuminazione pubblica esistente e all'installazione di nuovi pali al servizio della nuova pista ciclabile che collega via Bologna al Centro Commerciale OBI nel comune di Arezzo.

Il presente documento descrive quindi le prescrizioni da rispettare, i parametri di calcolo e le lavorazioni da eseguire per la realizzazione dell'impianto di illuminazione dell'area e la distribuzione relativa all'impianto elettrico.

Come sancito dalla norma CEI 0-2 la raccolta dei dati preliminari in fase progettuale, indispensabile per la razionalizzazione dell'energia elettrica e per un significativo contenimento dei costi dell'opera, sono emersi attraverso sopralluoghi, indicazioni fornite dalla Committenza e dai gestori del futuro impianto.

In particolare, quello che viene riportato all'interno della presente relazione è frutto delle informazioni fornite in funzione della destinazione d'uso delle aree, le caratteristiche ai fini della classificazione e valutazione dei rischi, le necessità e livello prestazionale dell'impianto, gli eventuali vincoli relativi all'eliminazione delle barriere architettoniche in relazione all'uso delle diverse parti dell'opera, le necessità di continuità di servizio e dei tempi per il progetto.

1.2. CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

Per soddisfare i requisiti impiantistici, sono stati fissati i seguenti fondamentali obiettivi:

- la flessibilità nel tempo: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze operative ed organizzative;
- la sicurezza ambientale: intesa come protezione delle persone e delle cose, che in qualche modo debbano interagire con l'ambiente in piena coerenza con la normazione vigente.
- l'affidabilità: realizzata mediante una progettazione atta ad eliminare e/o limitare quelle situazioni che, spesso, sono cause di disservizi;
- contenimento dei costi: intesi come i costi di gestione, manutenzione e dei consumi energetici, mediante utilizzo di componenti con rendimenti elevati e sistemi in grado di ottimizzare le lavorazioni e gli interventi di manutenzione (es. utilizzo di lampade a LED ad alto rendimento e lunga durata).

1.3. QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA UTILIZZARE

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati dovranno essere adatti all'ambiente di installazione e dovranno possedere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio come da richieste della norma CEI 64-8/5 Sez. 512.2.1.

Si dovrà inoltre rispettare le richieste installative specifiche imposte da parte del Produttore del componente per l'installazione a regola d'arte dei prodotti.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove presenti.

Infine, tutti i materiali ed apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità dovranno essere muniti del contrassegno IMQ.

L'Appaltatore provvederà all'approvvigionamento di tutti i materiali da fornitori di propria convenienza, salvo eventuali diverse prescrizioni indicate nel capitolato o impartite dalla Direzione Lavori, purché i materiali stessi corrispondano ai requisiti previsti dagli elaborati tecnici.

2. DESIGNAZIONE DELLE OPERE DA ESEGUIRE

Formano oggetto dei lavori inerenti il presente progetto tutte le opere e forniture necessarie a dare completamento alle richieste contenute all'interno dell'incarico così come preliminarmente previsto nel punto 1.1 del presente elaborato e nello specifico:

- Realizzazione di nuovo sistema di distribuzione impiantistica elettrica;
- Realizzazione di impianto di illuminazione area oggetto di incarico;
- Opere provvisoriale per la realizzazione dell'opera;
- Tutte le restanti opere necessarie all'espletamento dell'incarico.

Sarà a carico della Ditta esecutrice la redazione finale degli elaborati AS-BUILT (comprendenti Elaborati Grafici, Schemi e Documentazione Tecnica) con grado di definizione non inferiore a quello di progetto, rilasciata su formato elettronico e su carta in numero almeno pari a n° 3 copie.

Oltre a tali oneri è da considerare a carico dell'Appaltatore ogni pratica necessaria correlata alla realizzazione delle opere (INAIL, ASL, etc.) e la redazione dei piani di manutenzione dell'opera.

3. LEGGI, REGOLAMENTI E NORME TECNICHE

3.1. RISPONDEZZA AGLI ASPETTI LEGALI E NORMATIVI

Tutti gli impianti elettrici ed ausiliari dovranno obbligatoriamente essere realizzati a "regola d'arte" e dovranno rispettare tutte le disposizioni del presente progetto e della Direzione Lavori.

Stante la responsabilità dell'Appaltatore circa il raggiungimento dei valori di progetto e la collaudabilità degli impianti, l'Appaltatore osserverà tutte le normative e regolamenti vigenti, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

3.2. LEGGI E REGOLAMENTI

Si riporta riferimenti di legge non esaustivi applicati al presente progetto impiantistico:

- Legge 01/03/1968 n. 186;
- D.Lgs. 81 del 9 aprile 2008 Testo Unico in materia di salute e sicurezza sui posti di lavoro;
- Regolamento (UE) del 9 marzo 2011 n. 305 – Regolamento prodotti da costruzione (per cavi da utilizzare all'interno di opere di costruzione);
- Pianificazione degli impianti elettrici e di illuminazione: Disciplinare tecnico e prestazionale del Comune di Arezzo;
- Disciplinare tecnico relativo a ripristini stradali del Comune di Arezzo;
- le prescrizioni dell'Ispettorato del Lavoro, INAIL, ASL, e altri enti competenti;
- eventuali ulteriori regolamenti e prescrizioni di tipo comunale;

3.3. NORME TECNICHE

Si riporta riferimenti normativi non esaustivi applicati al presente progetto impiantistico:

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 20-22: Prove d'incendio su cavi elettrici;
- CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- Norma CEI UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria - CT:20;

- Norma CEI UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata. - CT:20;
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI 64-8; Variante 5 e dello stesso comitato:
 - o CEI 64-8/1: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali;
 - o CEI 64-8/2: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 2: Definizioni;
 - o CEI 64-8/3: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 3: Caratteristiche generali;
 - o CEI 64-8/4: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza;
 - o CEI 64-8/5: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici;
 - o CEI 64-8/6: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 6: Verifiche;
 - o CEI 64-8/7 – Sez. 714: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari – Sez. 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno;
- CEI 11-27: Lavori su impianti elettrici;
- UNI EN 11630:2016: Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;
- UNI EN 11248:2016: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;

- UNI EN 12464-2:2014: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno – Prospetto 5.9: Aree di parcheggio;
- UNI EN 12665:2011: Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;
- UNI EN 13201-2:2016: Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3:2016: Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4:2016: Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni;
- UNI 10819:1999: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- UNI EN 40: Pali per l'illuminazione pubblica;

4. ANALISI ILLUMINOTECNICA E INDICI DI PRESTAZIONE

4.1. CATEGORIZZAZIONE ILLUMINOTECNICA E ANALISI DEL RISCHIO

Per la corretta redazione del progetto illuminotecnico risulta di fondamentale importanza la definizione della classe illuminotecnica e di tutti i parametri necessari alla classificazione dell'area oggetto di studio.

- Categoria illuminotecnica di riferimento: categoria derivante direttamente dalle leggi e norme di settore, la classificazione non risulta essere ordinariamente di competenza del progettista, ma aiuta nell'individuazione della corretta classificazione;
- Categoria illuminotecnica di progetto: categoria dipendente dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto;
- Categorie illuminotecniche di esercizio: categoria nella quale, in relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, tengono conto del variare nel tempo dei parametri di influenza, come in ambito stradale, il variare dei flussi di traffico durante la giornata.

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto, il progettista individua i parametri di influenza applicabili e definisce le categorie illuminotecniche di progetto attraverso una valutazione dei rischi con evidenza dei criteri e delle fonti di informazioni che giustificano le scelte effettuate. L'analisi del rischio è parte obbligatoria e integrante del progetto illuminotecnico e consiste nella valutazione dei parametri di influenza per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della superficie illuminata, minimizzando al contempo i consumi energetici, i

costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale. L'analisi si divide principalmente nelle seguenti fasi:

- sopralluogo preliminare valutativo dei parametri di influenza;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche;
- studio degli eventi potenzialmente pericolosi classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- identificazione degli interventi a lungo termine per assicurare i livelli di sicurezza richiesti da leggi e norme;
- determinazione di un programma di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.

L'analisi individua le categorie illuminotecniche e le misure (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare la sicurezza degli operatori, ottimizzando costi installativi e energetici conformemente ai requisiti evidenziati dall'analisi e fissando i criteri da seguire per garantire, nel tempo, livelli di sicurezza adeguati.

4.2. DEFINIZIONI E GENERALITÀ

La norma UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche" indica i requisiti illuminotecnici qualitativi e quantitativi da valutare per l'illuminazione stradale; essa è applicabile a tutte le strade rettilinee o in curva¹, siano esse urbane o extraurbane, con traffico esclusivamente motorizzato o misto.

Le grandezze fotometriche basilari da prendere in considerazione per un'analisi illuminotecnica in linea con le richieste legislative e normative deve tenere conto dei seguenti parametri:

- luminanza² media mantenuta³ del manto stradale [Lumen (cd/mq)];
 - uniformità generale⁴ (U0) e Longitudinale⁵ (UI) della luminanza media mantenuta;
 - indice di abbagliamento debilitante causato dall'installazione [TI (valore %)];
 - spettro di emissione delle lampade;
 - guida ottica.
-
- Illuminamento [Em (lux)]

Con il termine illuminamento si intende la quantità di luce incidente su di una determinata superficie, ad esempio un manto stradale od un piano di lavoro.

¹ Raggio di curvatura non minore di 200m e con fondo stradale asciutto

² Rapporto tra l'intensità proveniente da una superficie luminosa in una data direzione e l'area apparente di quella superficie.

³ Valore di luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori d'invecchiamento e sporcizia dell'impianto.

⁴ Rapporto fra luminanza minima e media su tutta la sede stradale.

⁵ Rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzeraia di ciascuna corsia.

È l'unità di misura prevista dalla normativa per l'illuminazione di marciapiedi, aree di sosta, intersezioni, attraversamenti pedonali e tutte le applicazioni industriali/lavorative.

Nella maggioranza dei casi il parametro da considerare è l'illuminamento medio [Em].

- Livello di luminanza.

La luminanza corrisponde alla quantità di luce che raggiunge gli occhi di un dato osservatore, riflessa da un'area di 1 m² del manto stradale, osservata da una distanza stabilita dalla normativa.

Il potere di rivelazione, inteso come percentuale di un insieme definito di oggetti percepibile dal conducente in ogni punto della strada è direttamente dipendente dal livello di luminanza.

Maggiore sarà il livello di luminanza relativo al manto stradale, maggiore sarà il potere di rivelazione, con andamento dipendente dall'uniformità e dal grado di abbagliamento debilitante prodotto dal sistema.

- Uniformità di luminanza.

Parametro descrittore della distribuzione delle luminanze sulla superficie stradale inteso come

$U_o = L_{min} / L_m$, dove:

L_{min} : luminanza puntuale minima

L_m : luminanza media sull'intera superficie stradale.

Il potere di rivelazione cresce con U_o , con andamento dipendente anche dal grado di abbagliamento debilitante.

- Uniformità trasversale.

L'uniformità trasversale è data dal rapporto tra L_{min} e L_{max} peggiore tra tutte le linee trasversali (perpendicolari alla mezzzeria) del campo di valutazione previsto dalla normativa. Applicabile per le gallerie.

- Uniformità longitudinale

L'uniformità longitudinale è data dal rapporto tra luminanza minima [L_{min}] e massima [L_{max}], misurate lungo l'asse della carreggiata. La misura è ripetuta per ogni corsia. È un valore fondamentale nella progettazione illuminotecnica di strade, autostrade e gallerie. L'uniformità non a norma è verificabile anche ad occhio nudo quando si vedono delle strisce sull'asfalto alternate chiare e scure.

- Abbagliamento debilitante (TI, % e UGR)

L'effetto primario dell'abbagliamento debilitante è la riduzione del potere di rivelazione.

L'indice TI misura l'abbagliamento debilitante, causato dalla presenza di fonti di luce all'interno del campo visivo dell'osservatore.

Il valore percentuale misura l'incremento della luminanza da attribuire per compensare la presenza della fonte debilitante e mantenere invariata la visibilità degli ostacoli.

In secondo luogo, ulteriore misurazione dell'abbagliamento è data dall'UGR; essa è una scala di valori usati per classificare l'abbagliamento prodotto dalle sorgenti luminose, usato nei progetti di ambienti interni.

Non è un parametro attribuibile al corpo illuminante, è calcolabile solo eseguendo un completo calcolo illuminotecnico del locale.

Per la misurazione dell'UGR è necessario che sia definito un punto preciso dove valutare l'abbagliamento, detto osservatore (es. una postazione di lavoro). Il calcolo considera diversi fattori come superficie luminosa delle sorgenti ed illuminamento circostante.

- Spettro di emissione delle lampade.

I tipi di sorgenti luminose ritenuti idonei per l'illuminazione stradale sono numerosi e differiscono considerevolmente tra di loro per la composizione spettrale della luce emessa.

La "distanza di visibilità" dipende fortemente dallo spettro di emissione.

Dallo spettro di emissione dipendono:

- l'acuità visiva;
- l'impressione di luminosità a parità di luminanza della superficie stradale;
- la velocità di percezione;
- il tempo di recupero visivo dopo essere stati soggetti ad abbagliamento.

- Guida ottica

Per guida ottica s'intende la capacità di un impianto di illuminazione di dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire fino ad una distanza che dipende dalla massima velocità permessa su quel tronco di strada.

La guida ottica contribuisce, quindi, alla sicurezza e alla facilità della guida.

Tra i fattori che influiscono sulla guida ottica nelle intersezioni vi sono il colore della luce, l'altezza dei pali, il livello di luminanza, la disposizione dei centri luminosi.

I valori di tali grandezze sono riportati in funzione dell'indice della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, a sua volta dipendente dalla classificazione della strada in funzione del tipo di traffico.

La norma prescrive che sia evitata ogni discontinuità ad eccezione dei punti singoli intenzionalmente introdotti per attirare l'attenzione dei conducenti.

La successione dei centri luminosi, l'intensità ed il colore della luce emessa devono, cioè, garantire la cosiddetta "guida ottica" (o visiva), cioè, dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

4.3. VALUTAZIONE PRELIMINARE E ZONIZZAZIONE

In via preliminare è stata eseguita la valutazione della zona interessata dall'intervento al fine di individuare la categoria illuminotecnica di ingresso.

A seguito di tale classificazione sono stati valutati i parametri di influenza nel lungo periodo, gli aspetti legati al contenimento dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso.

Per la scelta dei corpi illuminanti si è tenuto in considerazione le richieste normative vigenti, dei criteri ambientali minimi per l'illuminazione di strade locali urbane, delle Delibere regionali e ai disciplinari tecnici comunali, inerenti alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

In particolar modo sono stati eseguiti i calcoli per l'ottenimento dei valori di rispetto previsti mediante l'applicazione delle seguenti normative:

- UNI EN 11248:2016 (Illuminazione stradale);
- UNI EN 13201-2:2016 (Requisiti prestazionali) rivolta in particolar modo per le categorie definite "P" e "HS" riguardanti pedoni e ciclisti su marciapiedi, strade pedonali, parcheggi, etc. basati su l'illuminamento orizzontale (cat. P - espressi in illuminamento medio e minimo) e sull'illuminamento emisferico sulla zona strada (cat. HS - espressi mediante l'illuminamento emisferico medio e uniformità generale);
- UNI EN 13201-3:2016 (Calcolo delle prestazioni);
- UNI EN 12464-2:2014 (Illuminazione dei posti di lavoro in esterno) - Prospetto 5.9 Aree di Parcheggio;

La classificazione illuminotecnica di ambiti stradali ha come fine la definizione dei valori progettuali di illuminamento che devono essere rispettati.

In caso di mancanza di strumenti di pianificazione (PRIC o PUT), la classificazione illuminotecnica avviene, come già definito nei precedenti paragrafi, applicando la norma UNI 11248 e la norma EN 13201.

4.4. IDENTIFICAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE D'INGRESSO

L'area d'intervento secondo quanto previsto dalla norma UNI11248:2016 al prospetto 1, viene classificata come F, trattandosi di strada locale urbana con limite di velocità a 50 km/h, in evidenza della seguente tabella:

Tipo di strada (PUT)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica d'ingresso
A1	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4 / P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3 / P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4 / P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4 / P2
Strade locali interzonali	50	M3	
	30	C4 / P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹	30	
<p>1) Secondo il D.M. 5 novembre 2001 n. 6792</p> <p>2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6)</p> <p>3) Nel caso di indicazione multipla la categoria illuminotecnica deve essere scelta attraverso l'analisi dei rischi. Se in prossimità di incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o in numero molto limitato con funzione di segnalazione visiva, limitatamente per questa zona non si richiede alcuna prescrizione per i livelli di illuminazione (categoria illuminotecnica P7) e si richiede la categoria illuminotecnica G3 per la limitazione dell'abbagliamento, valutata nelle condizioni di installazione degli apparecchi di illuminazione.</p> <p>4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 numero 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche caso di indicazione multipla, la categoria deve essere scelta attraverso l'analisi dei rischi</p>			

La tipologia di strada, intesa come l'area oggetto di analisi, è ricadente nella tipologia F_{bis} – "Itinerari ciclo-pedonali"; la categoria illuminotecnica d'ingresso può essere scelta come P1 secondo la UNI EN 13201-2):

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisiti supplementari	
	Illuminamento orizzontale	Illuminamento orizzontale minimo	Illuminamento verticale minimo	Illuminamento semicilindrico minimo
	$E_{h\ av}$ [lx]	E_{min} [lx]	$E_{v\ min}$ [lx]	$E_{sc\ min}$ [lx]
P1	15,00	3,00	5,00	5,00
P2	10,00	2,00	3,00	2,00
P3	7,50	1,50	2,50	1,50
P4	5,00	1,00	1,50	1,00
P5	3,00	0,60	1,00	0,60
P6	2,00	0,40	0,60	0,20

I valori espressi in tale tabella si intendono già decurtati dell'ordine del 20% come previsto dalle Norme UNI 11248 quale fattore di mantenimento

4.5. IDENTIFICAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO

Le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio vengono calcolate attraverso un'analisi dei rischi, così come descritto nel cap. 8 della norma UNI 11248:2016. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando, allo stesso tempo, i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

I parametri di influenza si distinguono tra quelli costanti nel lungo periodo (prospetto 2), in base ai quali si determina la categoria di progetto, e quelli variabili nel tempo (prospetto 3), che determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto.

Di seguito si riporta tabella degli indici inerenti alle variazioni delle categorie in ingresso in relazione ai parametri di influenza costanti nel lungo periodo ed in particolare (prospetto 2 – UNI EN 11248-2:2016):

Parametri di influenza	Riduzione massima della categoria
------------------------	-----------------------------------

	illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
<p>1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologia diversa</p> <p>2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità</p> <p>3) Riferimenti in CIE 137</p>	

Per la variazione della categoria illuminotecnica di progetto si è preso in relazione il prospetto 3 della UNI EN 11248-2: 2016 inerenti ai parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale:

Parametri di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Data la configurazione dell'area oggetto di progetto non sono state adottate riduzioni delle categorie illuminotecniche di progetto ed esercizio; il risultato ottenuto dall'analisi è di seguito riportato.

Zona di studio	Classificazione	Categoria di ingresso analisi dei rischi	Complessità del campo visivo normale	Assenza o bassa densità zone di conflitto	Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di esercizio	Categoria progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio
Strada pubblica	Itinerari ciclo-pedonali	P1	NO	NO	NO	NO	P1	P1
<p>* Valutata la categoria progettuale superiore per la tipologia di utilizzo dell'area ad uso pedonale oggetto di progetto; in particolar modo la possibilità di impiego della zona da parte di lavoratori transitanti durante l'orario notturno al fine del deposito o recupero della propria autovettura</p>								

4.6. CALCOLO INDICI DI PRESTAZIONE IPEA E IPEI

Per tutti gli apparecchi illuminanti occorre verificare che l'Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio illuminante (IPEA) sia maggiore o uguale alla classe C.

Per quanto concerne l'illuminazione eseguita con corpi illuminanti dotati di tecnologia LED la norma UNI EN 13032-4:2019 prevede l'esecuzione dei calcoli dell'efficienza globale di un apparecchio illuminante secondo la formula:

$$\eta_{\alpha} = \eta_{sistema} \cdot D_{lor} = \eta_{app} \cdot D_{ff} \left[\frac{lm}{W} \right]^6 \quad \text{dove:}$$

D_{lor}: Il rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e rivolto verso l'emisfero inferiore e flusso luminoso totale emesso dal modulo LED presente, così come indicato sopra; il flusso risulta pertanto decurtato delle eventuali dispersioni dovute alle ottiche secondarie applicate oppure degli schermi protettivi.

η_{sistema}: Quoziente del flusso luminoso emesso dal modulo LED diviso la potenza elettrica impegnata dal modulo LED completo del suo dispositivo di alimentazione, comprensivo di componenti meccanici quali, per esempio, eventuali dissipatori, ad una temperatura ambiente di prova specificata, espresso in lm/W (si faccia riferimento alla norma UNI 11356:2019).

η_{app}: Rapporto tra flusso luminoso dell'apparecchio e potenza elettrica assorbita dall'apparecchio, espresso in lm/W - Φ_{sorg}/P_{sorg} (si faccia riferimento alla norma UNI 11356:2019).

D_{ff}: La percentuale di flusso emesso dall'apparecchio rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°.

⁶ È possibile notare come, per un apparecchio LED con flusso luminoso totalmente diretto verso l'emisfero inferiore, l'efficienza globale corrisponda con l'efficienza luminosa dell'apparecchio di illuminazione a LED, così come definito dalla UNI 11365-2019

Di seguito si riportano le **efficienze globali di riferimento** per ogni tipologia di apparecchio illuminante sulla base dell'area di studio:

Potenza nominale della sorgente [W]	Efficienza globale di riferimento (η_r) [lm/W]			
	Stradale	Percorsi ciclopedonali	Aree verdi e parchi	Centri storici (*)
$P \leq 65$	73	75	75	60
$65 < P \leq 85$	75	80	80	60
$85 < P \leq 115$	83	85	85	65
$115 < P \leq 175$	90	88	88	65
$175 < P \leq 285$	98	90	90	70
$285 < P \leq 450$	100	92	92	70
$450 < P$	100	92	92	75

Come parametro di riferimento viene quindi definito un indice parametrizzato di efficienza dell'apparecchio illuminante (IPEA) calcolato nel modo seguente:

$$IPEA = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

Da tale indice è possibile quindi determinare la classe di efficienza energetica dell'apparecchio riportata nella seguente tabella:

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA
An+	$IPEA \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA < 0,55$
G	$IPEA < 0,40$

Come si evince dai calcoli eseguiti al fine del controllo sui valori forniti da parte del produttore, i prodotti scelti possiedono un indice IPEA pari a 1.81 (A7+) per le armature stradali e 1.81 (A7+) per i corpi illuminanti a servizio stradale:

Tipo di prodotto		Corpo lampada stradale	
Marca	Modello	AEC Illuminazione	Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M
Ambito di utilizzo		Stradale	
Tipo di sorgente		LED	
Φ_{sorgente}	Flusso modulo LED	2640	lm
P_{reale}	Potenza reale apparecchio	19.1	W
Dff	Flusso emisfero inferiore	1	
η_r	Efficienza globale di riferimento	70	lm / W
η_a	Efficienza globale apparecchio ($\Phi_{\text{sorg}} / P_{\text{sorg}}$) · Dff	138,2	lm / W
IPEA	Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio illuminante η_a / η_r	1.84	Classe A7+

In funzione della classe di illuminazione scelta per il compito visivo e le relative prescrizioni illuminotecniche minime per garantire la sicurezza degli utenti, l'impianto deve possedere il cosiddetto Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto di illuminazione (IPEI) con classe maggiore o uguale alla classe C.

L'indice IPEI è relativo ad un parametro, lo SLEEC (*Street light Energy Efficiency Criteria*) che in sostanza indica il rapporto tra la potenza impiegata per unità di superficie ed il valore illuminotecnico raggiunto.

In particolare, l'indice IPEI è definito dal rapporto tra lo SLEEC (S) dell'impianto [espresso in luminanza o illuminamento a seconda dell'ambito da considerare] e il relativo SLEEC di riferimento, moltiplicato un fattore correttivo Kinst che consente di premiare le soluzioni progettuali che permettono le installazioni con maggiore interdistanza.

Il risultato che si ottiene è una valutazione della prestazione energetica dell'impianto in riferimento all'apparecchio installato e alle condizioni al contorno (es. la larghezza delle strade l'interasse, ecc.) e pertanto rappresenta un valido strumento di confronto tra diverse soluzioni progettuali in funzione della corretta illuminazione richiesta dalle norme tecniche di riferimento.

Nel caso in oggetto è stato eseguito il calcolo per tratti misti, in ottemperanza delle richieste della norma UNI EN 11248-2016, con considerazione dello SLEEC per illuminamento; il valore SE viene quindi calcolato con la seguente formula:

$$SE = \frac{P_{reale}}{E_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right] \quad \text{dove:}$$

P_{reale} : La reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalle lampade e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria l'apparecchio dovrebbe assorbire dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento. Tale potenza può venire espressa come $P_{sorgente}/\eta_b$ in cui $P_{sorgente}$ è la potenza nominale della sorgente e η_b è il rendimento dell'alimentatore;

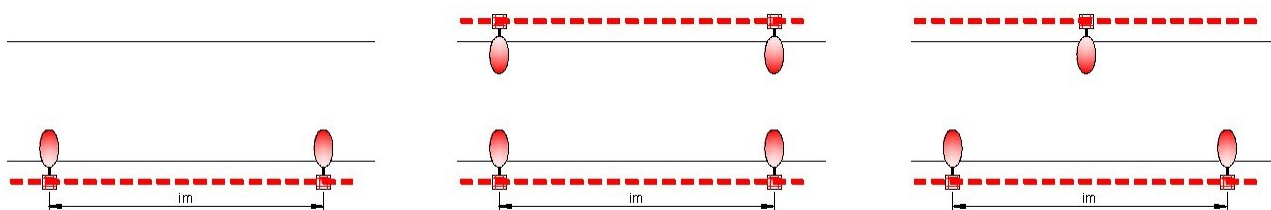
l_{media} : Larghezza media della carreggiata o della zona illuminata;

L_m : Luminanza media mantenuta calcolata secondo le direttive UNI EN 13201, calcolata adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale di classe C2 (asfalto con inerte scuro);

E_m : Illuminamento medio mantenuto calcolato secondo le direttive UNI EN 13201, calcolato adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80;

i_m : L'interdistanza media fra due punti luce successivi posti dallo stesso lato della carreggiata;

i_{rif} : L'interdistanza di riferimento in un impianto di pubblica illuminazione fra un punto luce e l'altro computata secondo lo schema espresso di seguito;



Installazione unilineare: $i_{rif} = i_m$

Installazione bilineare: $i_{rif} = i_m/2$

Installazione quinconce: $i_{rif} = i_m/2$

Ove, per il calcolo in illuminamento, non sia possibile riferirsi ad una tipologia di installazione con file omogenee di apparecchi illuminanti, è possibile calcolare il valore SE mediante la seguente formula:

$$SE = \frac{P_{reale}}{E_m \cdot S_{media}} \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right] \quad \text{dove:}$$

S_{media} : L'area media illuminata da ciascun apparecchio illuminante; nel caso di più apparecchi insistenti sulla stessa area, occorre dividere quest'area per il numero di apparecchi presenti al fine di ottenere l'area media illuminata teorica

L'illuminamento medio mantenuto è riferito per i calcoli eseguiti alla classe illuminotecnica di progetto definita sulla base dell'analisi del rischio identificata con le procedure di valutazione riportate al paragrafo 4.5 del presente elaborato e utilizzando un coefficiente di manutenzione MF pari a 0,80 con manto stradale di classe C2 (asfalto con inerte scuro).

$$IPEI = \frac{SE}{SE_R} \cdot k_{inst} = \frac{SE}{SE_R} \cdot \left(0,524 + \frac{E_m}{E_{m,rif} \cdot 2,1} \right)$$

in cui $k_{inst} = 1$ se $E_m < E_{m,rif}$ dove:

SE: Lo SLEEC illuminamento così come emerso dai calcoli illuminotecnici;

SE_R : Lo SLEEC di riferimento per luminanza o illuminamento così come indicato dalle tabelle seguenti;

k_{inst} : Coefficiente correttivo che premia l'aderenza ai coefficienti di luminanza od illuminamento definiti dalla norma UNI EN 13201: grazie a questo coefficiente ottengono valori premianti gli apparecchi che, a parità di caratteristiche, garantiscono una interdistanza più elevata.

L_m : Luminanza media mantenuta come risultante da calcolo illuminotecnico effettuato secondo le direttive UNI EN 13201, adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale di classe M4.

E_m : Illuminamento medio mantenuto come risultante da calcolo illuminotecnico effettuato secondo le direttive UNI EN 13201, adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

$L_{m,rif}$: Luminanza media mantenuta di riferimento, riferita alla classe illuminotecnica di progetto adottata.

$E_{m,rif}$: Illuminamento medio mantenuto di riferimento, riferito alla classe illuminotecnica di progetto adottata.

Calcolo IPEI – Sistema illuminazione zona stradale:

Tipo di strada (PUT)		F			
Descrizione tipo strada		Itinerari ciclo-pedonali			
Specifica		Pista ciclo-pedonale			
Categoria illuminotecnica di progetto		P1			
Illuminamento di riferimento ($E_{m,rif}$)		3		lux	
Larghezza carreggiata (l)		2.5	4	m	
Marca	Modello	AEC Illuminazione		Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M	
Tipo di sorgente		LED			
$\Phi_{sorgente}$	Flusso modulo LED	2640		lm	
P_{reale}	Potenza reale apparecchio	19.1		W	
i	Interdistanza	10-16		m	
H	Altezza sorgenti	4		m	
E_m	Illuminamento medio mantenuto (ottenuto mediante calcolo illuminotecnico – si rimanda alla relazione tecnica di dettaglio)	19.29	16.71	lux	
SE	SLEEC in illuminamento [$P_{app} / (E_m \cdot i \cdot l)$]	0.040	0.029	W / [(lux) · mq]	
K_{inst}	Costante d'installazione ($0,524 + [E_m / (E_{m,rif} \cdot 2,1)]$)	3.59	3.18		
SE_R	SLEEC di riferimento	0.07		lm/W	
IPEI	Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto di illuminazione $SE / SE_R \cdot K_{inst}$	0.82	0.60	Classe A	Classe A++

Calcolo IPEI – Sistema illuminazione zona stradale:

Gli indici di parametrizzazione dell'efficienza dell'impianto di illuminazione sono di seguito riportati:

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI
An+	$IPEI < 0,85 - (0,1 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI < 3,00$
G	$IPEA \geq 3,00$

5. OPERE PROVVISORIALI E ACCESSORIE

5.1. IMPIANTO DI CANTIERE

Ai sensi del D.L 81/08 sarà previsto un impianto elettrico di cantiere. L'impianto comprenderà oltre alla fornitura di energia elettrica il dispositivo generale dell'impianto, il quadro elettrico di distribuzione ed i vari quadretti terminali prese. Sarà prevista l'esecuzione di un impianto di illuminazione fissa e di sicurezza per il cantiere prestando particolare attenzione ai locali interni sprovvisti di illuminazione naturale. Le linee di alimentazione in esecuzione fissa saranno realizzate con cavi a doppio isolamento con isolante in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 e guaina in PVC speciale qualità R16 siglatura FG16(O)R16 posati su terreno in posizione protetta mediante corrugati doppio strato HDPE o fissati su strutture. Per le prolunghe di tipo temporaneo dovranno essere utilizzati cavi a doppio isolamento con isolante gommato in qualità EI4 e guaina in elastomero di qualità EM2 siglatura H07RN-F.

5.2. ASSISTENZA AD ALTRE AZIENDE E ONERI ACCESSORI PER L'APPALTATORE

Oltre agli oneri specificati all'interno del Capitolato Generale di Appalto, sono a carico dell'Appaltatore anche gli oneri di:

- Assistenze elettriche nella cabina di trasformazione per i collegamenti elettrici con il nuovo quadro di alimentazione dell'illuminazione ordinaria dell'area di parcheggio;

- Assistenza a impresa edile per il coordinamento e la realizzazione di scavi, tracce, sfrisi, sfondi e quanto altro inerente alla realizzazione dell'opera;
- Realizzazione dei collegamenti equipotenziali verso le masse e masse estranee all'interno dei locali tecnici e ove richiesto;
- Carico, trasporto, scarico e tiro in alto dei materiali (mediante mezzi propri o mezzi messi a disposizione dall'Impresa Edile) delle forniture e dei mezzi d'opera ed il collocamento a deposito od in opera con le opportune cautele atte ad evitare danni od infortuni;
- Smontaggio parziale o totale delle apparecchiature preesistenti compreso oneri di smaltimento delle stesse presso Azienda autorizzata al trattamento di rifiuti speciali;
- La fornitura di tutti i necessari attrezzi, strumenti e personale esperto per tracciamenti, rilievi, misurazioni, saggi, picchettazioni, ecc., relativi alle operazioni di consegna, verifiche in corso d'opera, contabilità e collaudo dei lavori;
- Le occupazioni di suolo pubblico necessarie a vario titolo all'esecuzione dei lavori ed al rispetto di tutte le clausole contrattuali;
- La esecuzione di saggi e ricerche atte alla verifica degli esatti percorsi delle reti esistenti in modo da garantire che gli interventi eseguiti non comportino arresti indesiderati degli impianti in funzione;
- Lo smantellamento o la revisione degli impianti esistenti finalizzati ai lavori di ristrutturazione in appalto, eseguiti con la massima diligenza secondo modalità concordate ed autorizzate dalla D.L.;
- Organizzazione, a cura e spese dall'Appaltatore ed a semplice richiesta della D.L., di visite di verifica e di collaudo in fabbrica delle principali apparecchiature fornite (quali quadri elettrici, sistemi impianti speciali, etc.) dei rappresentanti della D.L. unitamente ai tecnici dell'Appaltatore stesso;
- La riproduzione dei grafici, disegni ed allegati vari relativi alle opere in esecuzione;
- Il consentimento del libero accesso alla Direzione Lavori ed al personale di assistenza e sorveglianza, in qualsiasi momento, nei cantieri di lavoro o di produzione dei materiali per le prove, i controlli, le misure e le verifiche previste dal presente documento tecnico;
- La fornitura, su richiesta della Direzione Lavori, di una esauriente campionatura dei materiali ed apparecchiature da installare, in tempo utile da consentire alla Direzione Lavori l'esame degli stessi e l'eventuale rifiuto senza ostacolare il regolare svolgimento dell'attività di cantiere;
- In caso di non ottemperanza agli obblighi derivanti dai punti precedenti, l'Appaltatore potrà procedere, ad una detrazione sui pagamenti più prossimi dovuti,

destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra. Su tali somme non saranno corrisposti interessi ad alcun titolo.

Si precisa infine che, ove necessario, dovrà essere cura dell'Appaltatore assumere in loco, sotto la propria completa responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici e di prendere con essi ogni necessario accordo al fine di garantire la collaudabilità degli impianti.

5.3. DISEGNI AS-BUILT

Prima dell'ultimazione dei lavori e quindi prima dell'emissione del relativo verbale da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà aver provveduto alla redazione dei disegni costruttivi in relazione alle variazioni ed agli eventuali lavori aggiuntivi eseguiti in corso d'opera; tale attività è da considerarsi inclusa nei prezzi unitari a base del contratto.

Dei disegni "As built" (alla lettera "come costruito"), l'Appaltatore dovrà consegnare alla Committenza una copia riproducibile e n° 3 copie su carta; sul progetto costruttivo dovranno essere riportate le marche delle varie apparecchiature, i dati tecnici prestazionali e di funzionamento, gli ingombri planivolumetrici e quant'altro occorresse per definire in modo chiaro e completo le caratteristiche dell'impianto così com'è stato eseguito.

5.4. CATALOGO ELETTRICO

Prima dell'emissione del verbale di ultimazione dei lavori, l'Appaltatore dovrà aver provveduto all'elaborazione ed alla consegna in tripla copia del "Catalogo Elettrico" degli impianti eseguiti. Esso comprenderà:

- letteratura tecnica relativa alle principali apparecchiature (cataloghi e listini tecnici dei fornitori);
- lista dei disegni (con numero e titolo) compresi quelli dei fornitori;
- lista dei disegni "as built";
- istruzioni di manutenzione;
- lista delle parti di ricambio per eventuali sostituzioni della componentistica utilizzata in campo.

5.5. MANUALE OPERATIVO

Prima dell'emissione del verbale di ultimazione dei lavori, l'Appaltatore dovrà aver provveduto alla compilazione ed alla consegna in tripla copia del "Manuale Operativo" relativo agli impianti eseguiti.

In particolare il manuale dovrà contenere una descrizione sintetica del funzionamento dei singoli impianti e delle principali apparecchiature, disegni dei quadri elettrici a servizio degli impianti eseguiti, (vista del fronte quadro completa della nomenclatura e della numerazione di tutti gli elementi), manuali di uso e manutenzione delle principali apparecchiature, l'elenco delle principali apparecchiature di gestione e comando del sistema operativo compreso la messa a punto finale dei vari dispositivi.

Dovrà inoltre essere redatta la descrizione delle operazioni da compiersi in fase di avviamento iniziale e di quelle da effettuarsi periodicamente secondo le indicazioni del costruttore delle apparecchiature e dovrà essere redatto l'elenco di tutte le operazioni di ordinaria manutenzione e la frequenza degli interventi.

5.6. COLLAUDO

I collaudi hanno lo scopo di accertare:

- che l'opera sia stata eseguita in conformità alle norme vigenti;
- che l'opera sia stata eseguita a regola d'arte e secondo le prescrizioni previste negli elaborati progettuali;
- che i dati risultanti dai conti economici e dai documenti giustificativi corrispondono tra loro e le risultanze di fatto, non solo per dimensioni, forme e quantità, ma anche per qualità dei materiali.

Durante il corso dei lavori la Direzione dei Lavori potrà richiedere all'Appaltatore, per la preventiva approvazione, il campionamento di materiali e/o parte di opere. Tali opere si intendono a cura e a spese dell'Appaltatore.

Durante il corso dei lavori, inoltre, la Direzione dei Lavori a suo insindacabile giudizio, può effettuare collaudi di carattere tecnico; a tale scopo l'Appaltatore a propria cura e spese, deve mettere a disposizione i materiali, gli operai ed i mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione di tali collaudi, al termine dei quali sarà redatto regolare verbale. Tipologie e tempi dei collaudi saranno concordati con l'Appaltatore prima dell'apertura del cantiere. L'Appaltatore, oltre ad essere responsabile della perfetta manutenzione delle opere fino al collaudo, salvo i danni eventuali ed il normale deperimento dovuto a colpa o ad uso di terzi, sarà poi tenuto ad eseguire i lavori di riparazione e modificazione che in sede di collaudo saranno giudicati necessari da parte della Direzione Lavori.

Il certificato di collaudo, ancorché positivo, non ha valore assolutorio nei riguardi della perfetta esecuzione delle opere ed osservanza delle norme del Capitolato Tecnico.

Il collaudo dovrà essere costituito da prove e verifiche da effettuarsi in corso d'opera e ad impianto ultimato. Le prime dovranno essere effettuate su materiali e parti d'impianto non più accessibili una volta ultimati i lavori senza interventi di carattere distruttivo, mentre le

seconde avranno lo scopo di accertare la conformità dell'insieme dell'opera alle prescrizioni contrattuali in merito a consistenza, funzionalità e prestazioni, alle norme di sicurezza e buona tecnica.

5.7. DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Al termine dei lavori, l'Appaltatore dovrà rilasciare opportuna dichiarazione di conformità dell'impianto e degli interventi realizzati ai sensi dell'art. 2 della legge 186/68, nonché rispondenza alle specifiche dettate dalla Legge regionale Toscana del 29 settembre 2003 n. 19 e s.m.i. (Allegato C).

Si dovrà, inoltre, provvedere alla consegna della documentazione As-Built così come indicato nel paragrafo 5.3 del presente elaborato e di ogni altro allegato obbligatorio.

La dichiarazione di cui sopra terrà conto dell'esito positivo delle prove di collaudo, che dovranno essere condotte secondo le prescrizioni del paragrafo 5.6 con la presenza del Direttore Lavori e verbalizzate.

6. DATI TECNICI PRELIMINARI DI PROGETTO

6.1. FORNITURA ELETTRICA

L'impianto elettrico asservente l'illuminazione esterna dell'area in oggetto sarà asservita dalla linea elettrica dell'impianto di illuminazione pubblica esistente. In funzione dei dati messi a disposizione da parte dei Responsabili Tecnici si desume che l'attuale impianto ha una fornitura in media tensione $V = 400V$ $f = 50Hz$.

6.2. CADUTA DI TENSIONE

Le linee di distribuzione derivate dal quadro a servizio illuminazione esterna (denominato QE.01) fino ai vari dispositivi di illuminazione sono state dimensionate per contenere un valore di caduta di tensione pari a massimo il 5% (CEI 64-8 – Parte 7 – Sezione 714.525).

I valori di calcolo ottenuti dimostrano che il risultato delle scelte progettuali comporta una caduta di tensione effettiva pari a circa il 1,5% al componente più lontano; si rimanda alla relazione di calcolo per una valutazione maggiormente approfondita.

Questo permetterà di diminuire l'ordinaria temperatura di funzionamento delle condutture, ottenendo i seguenti benefici:

- Aumento della durata di vita media dei cavi dell'impianto;
- Diminuzione del consumo energetico globale dovuto alle minori dispersioni termiche per effetto Joule.

6.3. COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE E CONTEMPORANEITÀ

Il coefficiente di utilizzazione, adottato in ciascun punto di erogazione o utilizzo di energia elettrica, definito come il rapporto fra l'effettiva corrente massima assorbita e la portata nominale dell'utilizzatore è il seguente:

- Corpi illuminanti 1

Il coefficiente di contemporaneità, inteso come il rapporto fra la potenza massima prelevata contemporaneamente dalle linee di alimentazione, rispetto alla potenza totale erogabile, per i vari tipi di utilizzatori è il seguente:

- Corpi illuminanti 1

Per quanto concerne i gruppi presa sia essi trifase che monofase vanno considerate le potenze convenzionali dei gruppi presa applicando il coefficiente K_p ossia il coefficiente complessivo di utilizzazione e contemporaneità che tiene conto, appunto, di entrambi i parametri sopra descritti.

I valori adottabili per K_p sono:

- Gruppi prese trifase: 0,4
- Gruppi presa monofase: 0,2

6.4. GRADI DI PROTEZIONE

I gradi di protezione minimi degli involucri e degli impianti, conformemente alle prescrizioni previste dalla norma CEI EN 60529, saranno adeguati all'ambiente di installazione con particolare riferimento ai seguenti valori:

- Apparecchiatura elettrica generale: IP33 – CEI 64-8/7 art. 714.5
- Componenti interrati o in pozzetto con previsione di drenaggio: IPX7 – CEI 64-8/7 art. 714.5
- Componenti interrati o in pozzetto con funzionamento prevalente sommerso: IPX8 – CEI 64-8/7 art. 714.5
- Apparecchi di illuminazione installati ad altezza superiore a 2,5 m: IP23 – CEI 64-8/7 art. 714.5

Nella scelta della componentistica, anche nell'ottica di un possibile ammaloramento dei prodotti durante la propria vita utile legata alle condizioni ambientali, è stato scelto componenti con grado di protezione minimo più elevato alle prescrizioni imposte dal normatore ed in particolare:

- Morsettiera di connessione: IP66 (stradale) – IP43 (pedonale)
- Corpo illuminante stradale (palo 8 mt.): IP66
- Corpo illuminante pedonale (palo 4,7 mt.): IP65
- Muffole di connessione in gel (ove necessarie): IP68

Il grado di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro gli impatti meccanici esterni (codice IK), così come previsto dalla norma CEI EN 62262, è stato scelto tenendo conto dei possibili urti di natura esterna sui componenti:

- Morsettiera di connessione: IK08 (stradale)– IK08 (pedonale)
- Corpo illuminante stradale (palo 8 mt.): IP09
- Corpo illuminante pedonale (palo 4,7 mt.): IP08

6.5. COEFFICIENTI DI RIEMPIMENTO DELLE TUBAZIONI

In rispetto alle richieste della norma CEI 64-8 – Parte 5 – Sezione 522.8.1.1 le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori devono essere tali da permettere il tiraggio dei cavi dopo la messa in opera delle tubazioni.

Oltre a tale prescrizione è necessario rispettare il non danneggiamento dei conduttori durante le operazioni di messa in opera con rispetto dei raggi minimi di curvatura previsti dal produttore e comunque non inferiori ai valori prescritti dalla norma CEI 20-67.

I cavi, come si desume, devono essere sfilabili; per tale motivazione si dovrà prevedere tubazioni circolari, in rispetto alle prescrizioni della CEI 64-8 al Cap. 37, con diametro interno pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che



essi sono destinati a contenere, con un minimo di 16 mm (vedi Figura 1)

Nel caso di mantenimento di parte di impianti esistenti presentanti mancanze o irregolarità nelle installazioni eseguite, si dovrà procedere alla sostituzione e al nuovo riadeguamento del layout impiantistico per rispondere alle richieste di progetto e ad ogni normativa vigente applicabile.

7. CRITERI E CONSIDERAZIONI GENERALI

7.1. RISCHIO ELETTRICO

Secondo quanto tratto dal Testo Unico per la Sicurezza sul Lavoro – D.Lgs 81/08, è classificabile come rischio elettrico quel *"rischio che deriva dal contatto diretto o indiretto con una parte attiva e non protetta di un impianto elettrico, così come il rischio d'incendio o esplosione derivanti dal pessimo stato di manutenzione o dall'imperizia nell'impiego di impianti e strumentazione."*

Sulla base di tale definizione lo sviluppo del progetto dell'area è stato studiato per rendere minimo il rischio elettrico sia per gli operatori (persone formate) durante le operazioni di realizzazione degli impianti che per i futuri usufruttuari della zona (personale non formato).

Come precedentemente definito la sicurezza, intesa come conoscenza che l'evoluzione del sistema non produrrà effetti indesiderati, necessita di azioni che tengano conto sia dei rischi derivanti dal macro e microshocks che l'affidabilità del sistema stesso, visto sia come continuità di servizio e gestione delle informazioni, sia come compatibilità con altri impianti.

7.2. CONTINUITÀ DI SERVIZIO

La continuità di alimentazione può essere pregiudicata da un guasto su un punto della distribuzione.

In merito a tale causa è stato curato, in modo particolare, il sistema distributivo, sia a livello di reti che di apparecchiature, verificando l'affidabilità e la selettività dei dispositivi di protezione, al fine di evitare interventi intempestivi e non voluti.

Le soluzioni messe in atto garantiscono l'utilizzo di parte della componentistica in campo anche in caso di guasto su una linea (diversificazione su più circuiti dei componenti di illuminazione).

8. PRESCRIZIONI E CARATTERISTICHE TECNICHE DI PROGETTO

8.1. TIPO DI POSA E DISTRIBUZIONE

La distribuzione ai corpi illuminanti sarà realizzata prevalentemente con tubazioni corrugate di tipo doppio strato in polietilene ad alta densità (HDPE) con pareti esterne corrugate e pareti interne lisce, resistenza allo schiacciamento pari a 450N in esecuzione interrata nel manto stradale e/o nell'area verde con profondità minima di interramento pari a 80cm.

Durante la fase di scavo per la posa in opera dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti e non segnalati.

Durante le ore notturne si dovrà provvedere alla segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di riporto o altro materiale presente nell'area mediante segnali di tipo luminoso a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche.

In ogni caso le canalizzazioni e le tubazioni dovranno garantire almeno il grado di protezione pari a IP 40 (IP4X = involucro protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1mm e contro l'accesso con un filo - IPX0 = nessuna protezione).

Il raggio di curvatura minimo da utilizzare per la posa delle tubazioni dovrà essere almeno pari a 8 volte il diametro esterno nominale.

Le tubazioni corrugate transiteranno all'interno di pozzetti prefabbricati in CLS vibrato armato dimensioni 500x500 esterne in esecuzione interrata nella zona oggetto di modifica; la disposizione di tali pozzetti è stata scelta in accordo con i progettisti strutturali al fine di ottimizzare le operazioni di scavo e di passaggio di tutti gli impianti presenti.

Dai pozzetti di derivazione si dirameranno le tubazioni in ingresso ai plinti prefabbricati a servizio del sistema di illuminazione; per le caratteristiche di tali elementi si rimanda al punto 8.4 della presente relazione tecnica.

Ogni pozzetto o plinto dovrà essere accessoriatato di chiusino in ghisa suddiviso secondo la seguente tipologia:

- Chiusino in ghisa sferoidale C250 (carico di rottura 250N) per transito in area carrabile;
- Chiusino in ghisa sferoidale B125 (carico di rottura 125N) per transito in area pedonale;

8.2. CAVI

Tutti i circuiti saranno realizzati con cavi a doppio isolamento con isolante in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 e guaina in PVC speciale qualità R16 siglatura FG16(O)R16 rispondenti alle norme CEI 20-22 e al regolamento dei prodotti da costruzione CPR.

La sezione e la tipologia dei conduttori è stata determinata in funzione dell'utilizzo e dalle condizioni di funzionamento e riportata anche negli schemi con riferimento ai seguenti parametri:

- Massima temperatura di servizio ammissibile: 90°C per cavi isolati in HEPR [FG16(O)R16];
- Contenimento della caduta di tensione massima: entro il 3,5%;

Massime sollecitazioni elettromeccaniche e termiche sopportabili durante i cortocircuiti

Altre sollecitazioni meccaniche alle quali i conduttori possono venire sottoposti;

Valore massimo dell'impedenza che permette di assicurare il funzionamento della protezione contro i cortocircuiti.

I cavi costituenti la formazione interna saranno identificabili dalla colorazione dell'isolante, per il quale sono definiti i seguenti colori:

- fasi: nero, marrone, grigio;
- neutro: blu chiaro;
- PE: giallo verde.

Le sezioni adottate sono quelle indicate nelle tavole progettuali; in ogni caso le derivazioni non potranno essere realizzate con sezioni inferiori ai seguenti valori:

- Derivazione singolo corpo lampada da dorsale: 2,5mmq;
- Dorsale principale: minimo 6 mmq (o di sezione pari a quella esistente);

I cavi dovranno essere posati in dedicate tubazioni e/o canali con rispetto della sfilabilità degli stessi come prescritto al paragrafo 6.5.

Tutte le giunzioni e le derivazioni dovranno essere eseguite soltanto all'interno degli appositi pozzetti in CLS con muffole elettriche prefabbricate o in scatole stagne IP56 dotate di coperchio ispezionabile, elementi pressacavo e realizzate con morsetti metallici isolati con PVC autoestinguente preferibilmente a serraggio di tipo indiretto annegati in composto gel siliconico bicomponente. Le cassette di derivazione dovranno, in ogni caso, garantire uno spazio libero da conduttori pari ad almeno il 20% della propria capacità come previsto dalla norma CEI 64-8.

All'interno dei quadri elettrici ogni conduttore dovrà possedere un proprio contrassegno, in posizione leggibile, costituito da un numero, od una sigla, univoci come riportati negli

schemi unifilari allegati al presente progetto.

La connessione sui terminali di un apparecchio di conduttori che servono alla alimentazione di altri apparecchi è ammessa solo se i terminali sono destinati a questo scopo, come per esempio nel caso delle morsettiere di illuminazione ove previsto, o sono dimensionati in modo da potere ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare, e se la corrente ammissibile sugli stessi terminali non è inferiore alla corrente nominale del circuito di protezione a monte.

I cavi selezionati per il presente progetto, al fine di un facile reperimento degli stessi, sono stati scelti rispondenti al Regolamento prodotti da costruzione CPR (UE) 305/2011.

8.3. PLINTI DI FONDAZIONE

I plinti di fondazione da utilizzare per il fissaggio dei pali di illuminazione saranno del tipo prefabbricato in c.a.v. a sezione rettangolare accessoriati con pozzetto per ispezione del cablaggio, armato con rete elettrosaldata e foro idoneo per disposizione pali illuminazione.

Ogni plinto sarà dotato di chiusino in ghisa da posizionarsi sopra il pozzetto suddiviso in:

- Chiusino in ghisa sferoidale C250 (carico di rottura 250N) per transito in area carrabile;
- Chiusino in ghisa sferoidale B125 (carico di rottura 125N) per transito in area pedonale;

Le tubazioni in ingresso ai plinti saranno del tipo HDPE come esplicito nel paragrafo 8.1 della presente relazione ed in particolar modo dovranno essere seguite le seguenti prescrizioni:

- Tubazione HDPE Øest 110mm per plinti a servizio di pali con altezza fuori terra pari a 5,5mt;

Le prescrizioni definite sopra nascono dal fatto che i dati dimensionali dei plinti non consentirebbero l'installazione di un numero idoneo di tubazioni senza la completa rottura del componente stesso.

Si dovrà, in ogni caso, prendere visione dei valori risultanti da parte del progettista strutturale in merito ai calcoli statici secondo le prescrizioni del Decreto Ministeriale 14/01/2008 (Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni – NTC2008), dei successivi aggiornamenti (Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni) e della circolare esplicativa (Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7).

8.4. PALI ILLUMINAZIONE

I pali a servizio dell'illuminazione sono stati scelti in considerazione dell'ambiente di utilizzo e tenendo conto del massimo rendimento luminoso dei corpi illuminanti.

I pali dovranno essere del tipo dritto laminato a caldo in HSP accessoriatati con asola di ingresso cavi, asola per installazione morsettiera e taschina per applicazione di messa a terra (nell'eventualità di futura componentistica in classe I).

Si prevede l'utilizzo dei seguenti pali:

- *Palo di altezza pari a 4,70 mt fuori terra dritto per alimentazione corpi illuminanti;*

Il testa palo dovrà possedere un tratto cilindrico dritto di almeno 114 mm di lunghezza con diametro pari a 76 mm per l'ancoraggio del corpo illuminante.

Le quote di infilaggio del palo all'interno del basamento, dei fori porta morsettiera e quant'altro indicato nelle schede tecniche del costruttore devono essere tassativamente rispettate.

Se non diversamente specificato negli elaborati grafici, il palo è orientato in modo tale che l'asse di simmetria longitudinale del corpo illuminante che sostiene sia perpendicolare all'asse della corsia ad esso adiacente.

I pali dovranno essere protetti alla sezione di incastro mediante l'applicazione di una guaina termorestringente in polietilene con altezza di almeno 60cm, di cui 20 cm sotto e 40 cm sopra la sezione di incastro del palo.

I pali dovranno essere trattati alla base con bitumatura interna ed esterna per un'altezza di 90 cm per pali inferiori a 6m di altezza e per un'altezza di 120 cm per pali oltre 6 m di altezza

Su ogni sostegno dovrà essere applicata, ad un'altezza non inferiore a 2.700 mm dalla base del palo, targhetta o piastrina in materiale metallico contenente le caratteristiche del palo e l'anno di installazione.

Per le strade urbane il sostegno dovrà essere installato ad almeno 50 cm dal limite della carreggiata. Sui marciapiedi di modesta larghezza i pali dovranno essere installati in posizione arretrata lato interno, in modo da lasciare una distanza di passaggio di almeno 90cm dal filo del palo al cordolo del marciapiede.

La distanza da mantenere rispetto alle recinzioni o ai fabbricati deve essere di circa 10cm. Andrà verificato in corso d'opera l'esatto posizionamento in modo da ridurre i rischi di abbattimento in caso di svio dei veicoli oltre che la verifica della possibilità di accesso al pozzetto di derivazione elettrica posto alla base del palo.

I pali dovranno rispondere alla norma UNI EN 40-5 e alle norme ad essa collegate ed in particolar modo:

- UNI EN 40-2 Dimensioni e tolleranze;
- UNI EN 40-5 Materiali;
- UNI EN 40-3-1 Specifica dei carichi caratteristici;
- UNI EN 40-3-3 Verifica mediante calcolo;
- UNI EN 40-4 Protezione della superficie;
- UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova;
- UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
- UNI EN 10217 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione;
- Marchiatura CE;

Per una più rapida verifica dei calcoli statici sulla struttura sono state riportate negli elaborati grafici di progetto opportune tabelle redatte da parte del costruttore al fine della corretta scelta dell'elemento.

Si dovrà, in ogni caso, prendere visione dei valori risultanti da parte del progettista strutturale in merito ai calcoli dei carichi secondo le prescrizioni della norma EN 40-5.

8.5. MORSETTIERA DI CONNESSIONE SU ASOLA PALO

Le morsettiere da installare in integrazione su palo dovranno rispondere alle specifiche contenute negli elaborati di progetto.

In particolar modo si dovrà utilizzare componentistica dotata di classe d'isolamento II (isolamento doppio o rinforzato - simbolo grafico n.5172 della Norma CEI EN 60417-2 – doppio quadrato).

La morsettiera dovrà possedere idonee dimensioni per l'installazione all'interno dell'asola prevista sul palo a servizio dell'illuminazione; a scopo migliorativo e nell'ottica di una maggior durata della componentistica, è stato scelto un prodotto per i pali "stradali" dotato di grado di protezione IP66 completamente integrato nella feritoia (sistema DKC Reset o similare).

Le morsettiere dovranno accettare cavi di ingresso di sezione pari a 4mmq e supportare la possibilità di connessione di più corpi illuminanti (passaggio tra più pali con connessione diretta in morsettiera).

Si prevede, al fine di una maggiore usufruibilità dell'impianto anche in condizioni di guasti, l'utilizzo di morsettiere accessoriate con n° 1 portafusibile completo di fusibile di tipo microvetro 5x20mm In: 4A per ovviare a eventuali guasti sul singolo corpo illuminante.

8.6. CORPI ILLUMINANTI SCELTI

I corpi illuminanti selezionati per il presente progetto sono del tipo LED dotati di moduli ad alta efficienza in linea con lo stato dell'arte attuale nell'ottica di un abbattimento del consumo energetico e di una migliore resa sul lungo periodo.

Per l'esecuzione dei calcoli si è preso in considerazione i seguenti parametri:

- Limitazione dell'illuminamento delle aree non oggetto di interesse;
- Rispetto dei limiti imposti dalla legislazione regionale e dalla normativa nazionale;
- Disposizione e selezione di componentistica in grado di limitare al minimo l'inquinamento luminoso ambientale;
- Parametri di illuminamento che tengono conto degli orari di utilizzo delle aree e della tipologia di utenza (problematica legata alla sicurezza delle persone durante gli orari notturni);
- Parametri di illuminamento che tengono conto degli aspetti legati al decadimento delle prestazioni durante il lungo periodo a causa degli agenti ambientali esterni;

Nel dettaglio i corpi illuminanti scelti sono quelli di seguito riportati:

- *Illuminazione "stradale": AEC Illuminazione - Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M*

Si riporta di seguito etichettatura di classificazione fornita da parte del produttore in merito al consumo energetico del prodotto.

Per i dati dimensionali, i dettagli installativi e le caratteristiche tecniche vedasi gli elaborati grafici ELE.01.01_D (corpo illuminante ad uso stradale) e ELE.01.01_E (corpo illuminante ad uso pedonale/ciclabile).

Tutti i corpi illuminanti, nell'ottica di una migliore gestione energetica in linea con la filosofia attuale di *Smart City*, sono dotati di sistema elettronico stand alone definito "mezzanotte virtuale" per la quale, mediante programmazione dell'apparecchio, è possibile ridurre il flusso luminoso quando non vi è la necessità che il componente funzioni a piena potenza.

Il sistema calcola il punto medio tra l'accensione serale (tramonto) e lo spegnimento del lampione al mattino (alba). Partendo da questo riferimento si può impostare la riduzione desiderata del flusso luminoso, che può variare secondo le necessità e le norme da rispettare. Il sistema è, inoltre, in grado di adattarsi automaticamente in base al variare degli orari di accensione e spegnimento dei lampioni nelle diverse stagioni.

Tale sistema evita sprechi di energia elettrica e permette quindi un notevole risparmio in termini di consumi energetici.

I corpi illuminanti, come definito in precedenza, saranno installati su pali conici di altezza 5 mt. con ancoraggio mediante collare fornito con il prodotto idoneo per diametro testa palo pari a 60mm; si dovrà rispettare tutte le coppie di serraggio imposte dal produttore così come riportate sugli elaborati grafici di progetto.

Le armature stradali installate sia su pali dritti tradizionali che su sostegni dotati di sbraccio dovranno essere inclinate di circa 10° per garantire il rispetto dei risultati ottenuti dal progetto illuminotecnico; lo stesso valore di inclinazione dovrà essere rispettato per i componenti installati in sostituzione dei corpi illuminanti esistenti ancorati alle pareti degli edifici attigui all'area di intervento mediante opportuno accessorio di fissaggio (vedasi elaborato grafico ELE.01.01_D).

Il collegamento elettrico con i cavi di alimentazione provenienti dalla morsettiera da palo sarà effettuato mediante cavo a doppio isolamento con isolante in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 e guaina in PVC speciale qualità R16 siglatura FG16(O)R16 con formazione 1x(2x1,5mmq) attestato su apposito connettore a doppio isolamento fornito in abbinamento con il corpo illuminante.

Per ogni dettaglio e per l'esatto posizionamento planimetrico si faccia riferimento alla apposita tavola grafica allegata (elaborato planimetrico generale ELE.01.01).

Fondamentale importanza dovrà essere tenuta relativamente al posizionamento del corpo illuminante sul palo in quanto, in caso di posizionamento errato, si potrebbero incorrere in condizioni di illuminazione differenti rispetto a quelle calcolate nel progetto illuminotecnico invalidando di fatto i calcoli eseguiti.

8.7. RISCHIO DI FULMINAZIONE

Come dà indicazioni della norma CEI 64-8 – Parte 7 – Sez. 714.35 "Protezione contro i fulmini" si ritiene non necessaria l'applicazione di protezioni contro la fulminazione.

In ogni caso a scopo migliorativo e al fine della protezione delle apparecchiature da sovratensioni di origini esterne di tipo indirette (da linea in ingresso) è stato previsto l'installazione di scaricatore di sovratensioni di tipo II nel quadro di nuova realizzazione.

8.8. IMPIANTO DI TERRA

Tutti i componenti indicati nella realizzazione del sistema sono dotati di isolamento di classe II (doppio o rinforzato) identificati mediante simbologia grafica cod.5172 della Norma CEI EN 60417-2 – doppio quadrato.

Da richieste normative riportate nella CEI 64-8 – Parte 4 Art. 413.2.2.4 e dalla norma CEI EN 61140:2004-05 – Art. 7.3.2 i componenti dotati di tale marchiatura e connessi con i cavi di

cui al paragrafo 8.2 [Cavo FG16(O)R16 a doppio isolamento] non devono essere messi a terra, anche in evidenza di non comportare un declassamento del componente stesso. Per tali motivazioni non occorre prevedere la messa a terra né degli apparecchi illuminanti né dei sostegni.

In ogni caso, al fine di realizzare un nuovo sistema di messa a terra dell'area con connessione tra punti attualmente non collegati, si consiglia la realizzazione di sistema di messa a terra interrato al di sotto dei pozzetti di connessione presenti sulla strada realizzato mediante corda nuda rigida di rame ricotto di classe 2 puro per il 99,9% formazione a 7 conduttori di sezione pari a 25mm² come riportato nell'elaborato grafico ELE.01.03; tale predisposizione non verrà utilizzata per l'impianto di illuminazione della zona parcheggio e attigua ma esclusivamente per futuri collegamenti con componenti isolati in classe I o con necessità di collegamento a terra (es. sistema di ricarica di veicoli elettrici – EV Charger) o per l'equipotenzializzazione di eventuali masse e masse estranee presenti. È stato previsto, inoltre, in alcuni pozzetti dispersore a croce in acciaio zincato di altezza almeno pari a 1500mm connesso mediante bulloneria alla corda di rame precedentemente descritta allo scopo di migliorare ulteriormente la dispersività del sistema; il sistema a seguito serraggio andrà opportunamente ingrassato per ovviare ai normali fenomeni di corrosione.

Il conduttore di terra principale non deve essere interrotto; le derivazioni devono essere connesse mediante idonei morsetti a mantello.

9. PROTEZIONI

9.1. PROTEZIONE DA SOVRACCARICO E CORTOCIRCUITO

Secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 64-8/4 i conduttori attivi devono essere protetti dai sovraccarichi e dai corto circuiti.

I dispositivi automatici di protezione contro le sovracorrenti possono essere di tre tipi:

- dispositivo TERMICO, per protezioni contro i sovraccarichi;
- dispositivo MAGNETICO, per protezioni contro il cortocircuito;
- dispositivo MAGNETOTERMICO, per protezioni contro il sovraccarico e il cortocircuito.

La protezione da sovraccarichi viene realizzata con un relè termico tale da garantire l'apertura dell'interruttore per quelle correnti di sovraccarico che a lungo andare possono provocare al conduttore, per un riscaldamento eccessivo, danni all'isolante, ai collegamenti o all'ambiente esterno.

Si considera che un conduttore sia protetto da sovraccarico quando siano verificate le seguenti condizioni (Norme CEI 64-8/4):

$$I_n \geq I_b$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z;$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z;$$

dove:

I_b : corrente di impiego del circuito;

I_n : corrente nominale interruttore;

I_z : portata del cavo o conduttore;

I_f : corrente convenzionale di intervento.

In linea generale per la diversa caratteristica della I_f corrente di funzionamento (intervento) degli interruttori si fanno due distinzioni:

- per gli interruttori modulari la I_n corrente nominale dell'interruttore deve risultare almeno uguale o inferiore a I_z

$$I_n \leq I_z$$

- per gli interruttori scatolati la I_n corrente nominale dell'interruttore deve risultare uguale o inferiore 1,2 volte la I_z

$$I_n \leq 1,2 \cdot I_z$$

La protezione da corto circuito viene realizzata con un relè magnetico tale da garantire l'intervento della protezione prima che tali correnti possano diventare pericolose sia per gli effetti termici che per gli effetti meccanici.

I dispositivi di protezione contro il cortocircuito devono avere i seguenti requisiti:

1. avere potere di interruzione superiore al valore della corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione;
2. intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre al limite ammissibile.

Secondo quanto previsto dalle Norme CEI 64-8/5, per corto circuiti di durata non superiore a 5 sec., la condizione che il guasto non alzi la temperatura dei conduttori del valore massimo in servizio normale, oltre al limite ammissibile, si può verificare con la seguente formula:

$$(I^2 t) \leq K^2 \cdot S^2 \quad \text{dove:}$$

$(I^2 t)$: Energia specifica (integrale di Joule per la durata del corto circuito);

- S: sezione del conduttore;
 K: coefficiente relativo al tipo di cavi.

La verifica della sopracitata condizione ci assicura che la conduttura sia protetta da cortocircuito se il corto avviene all'inizio della linea, e cioè quando il corto circuito è massimo, ma per assicurare la completa protezione da corto circuito si deve verificare che la conduttura sia protetta anche contro il cortocircuito minimo ovvero quello che si ha in fondo alla linea.

Il valore della corrente di lcc in fondo alla linea si determina con il seguente metodo:

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S}{1,5 \cdot \sigma \cdot 2L} \text{ dove:}$$

- 0,8: fattore che tiene conto del presumibile abbassamento della tensione nel punto di allacciamento per effetto del c.to c.to;
 U: tensione in Volts;
 S: sezione del conduttore in mm²;
 1,5: fattore per cui si moltiplica la resistenza della conduttura, calcolata a 20°C, per tenere conto dell'aumento della temperatura durante il cortocircuito;
 σ la resistività a 20 °C del materiale conduttore in mm²/m;
 2L lunghezza del conduttore.

La suddetta formula vale per i circuiti monofasi, per quelli trifasi, considerando sempre il guasto monofase, si utilizza la stessa formula, con l'accortezza di adoperare come tensione U la tensione concatenata se il sistema trifase è in assenza di neutro, mentre se siamo in presenza di neutro la U dovrà avere il valore della tensione di fase.

Se il conduttore di neutro è S/2, il valore di lcc si ottiene moltiplicando per 0,67 il valore ottenuto dalla formula sopra indicata.

Il valore così determinato della corrente minima lcc di c.to c.to non deve essere tale da provocare un riscaldamento superiore al limite ammissibile dal cavo, e questo lo si può verificare confrontando le curve caratteristiche corrente lcc e energia specifica passante (I²t) del conduttore e dei dispositivi di protezione.

9.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti consiste nel prendere le misure necessarie a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che

possono andare, in caso di cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, sotto tensione.

Nel caso specifico l'impianto di terra sarà collegato all'impianto di dispersione al quale dovranno essere collegati tutti i sistemi di masse metalliche.

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere realizzata mediante il coordinamento tra l'impianto di terra medesimo e i vari interruttori con relè differenziale montati sui quadri; questi ultimi dovranno assicurare l'apertura del relativo circuito da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché il coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t = 50 / I_d \quad \text{dove:}$$

R_t : valore in Ohm della resistenza dell'impianto;

I_d : valore in Ampère delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni poste a monte dei singoli impianti utilizzatori.

La tensione di contatto massima dovrà essere contenuta entro il valore di 50 V.

All'impianto di terra dovranno essere connesse tutte le apparecchiature elettriche e le masse metalliche estranee definite nelle norme CEI 64-8.

I circuiti terminali saranno provvisti, a scopo cautelativo, di protezione differenziale istantanea con corrente di intervento pari a 300mA.

Successivamente all'installazione si dovrà provvedere ad effettuare la prova di funzionalità degli apparecchi differenziali con test effettuati a corrente I_{dn} di prova e, ove richiesto espressamente dalla D.L., a correnti di prova differenti ($1/2 I_{dn} - 5 I_{dn}$); i tempi di intervento misurati dovranno rispettare quanto stabilito dalla normativa vigente.

In ogni caso si ritiene consigliabile, ove non presente indicazioni da parte del produttore del dispositivo, far intervenire gli apparecchi di protezione differenziale mediante l'apposito pulsante di test (corrente di prova pari a $2,5 I_{dn}$) con cadenza semestrale come dà indicazioni della guida CEI 23-98 - Allegato D per garantirne il corretto funzionamento durante l'intera durata di vita dell'interruttore e la riduzione di fenomeni di "incollaggio" dei contatti.

La prova strumentale alla corrente a valore pari a I_{dn} rientra nell'ambito dei controlli imposti dalla manutenzione periodica dell'impianto elettrico e la frequenza di verifica dovrà essere impostata sulla base della valutazione del rischio tenendo conto delle

condizioni di utilizzo, del funzionamento e delle influenze esterne alla quale l'impianto può essere soggetto; il riferimento normativo è quello impostato dalla norma CEI 64-8 art. 62.2.1.

9.3. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione realizzata sarà di tipo totale, mediante:

- isolamento totale delle parti attive;
- involucri e barriere con grado di protezione minimo adeguato ai diversi ambienti, rimovibili solo con attrezzo (grado minimo applicabile IP40).

Gli interruttori differenziali installati garantiscono una protezione addizionale dai contatti diretti.

9.4. PROTEZIONE CONTRO LE USTIONI

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano dovranno essere tali da non raggiungere le temperature indicate nella tabella seguente:

Parti accessibili	Materiale delle parti accessibili	Temperatura massima [°C]
Organi di comando da impugnare	Metallico	55
	Non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugunate	Metallico	70
	Non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	Metallico	80
	Non metallico	90

10. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Nell'esecuzione dei calcoli deve essere tenuto conto di alcuni parametri fondamentali, quali:

- temperatura di posa;
- presenza di conduttori adiacenti;
- tipo di canalizzazione;
- massima caduta di tensione ammissibile.

I primi tre parametri influenzano la portata del conduttore e dipendono dal tipo di posa, mentre il terzo parametro è indicato dalle norme CEI e non deve mai superare complessivamente il 5% per quanto concerne l'illuminazione esterna (paragrafo 6.2).

Tramite i tre parametri che caratterizzano il tipo di posa si determinano dalle apposite tabelle i coefficienti di correzione delle portate dei conduttori. La scelta della sezione S del cavo dipende quindi dal valore K_t "coefficiente totale di correzione" della portata del cavo:

$$I_b < I_z' \cdot K_t \quad \text{dove:}$$

I_z' : valore teorico portata conduttore

K_t : coefficiente correzione portata totale;

I_b : corrente di impiego del circuito.

Il coefficiente totale di correzione K_t si determina moltiplicando tutti i coefficienti di correzione fra loro costituiti da:

K_1 : coefficiente di correzione per temperatura di posa superiore a 30°C;

K_2 : coefficiente di correzione per posa ravvicinata interrata;

K_3 : coefficiente di correzione per posa ravvicinata in aria libera o passerella;

Dopo aver determinato il valore teorico della portata del cavo, tramite apposite tabelle, a seconda del tipo di posa (in aria libera; su passerelle; interrata etc.), si sceglie la sezione commerciale adeguata.

A questo punto il punto successivo prevede la verifica della caduta di tensione, cioè si deve verificare che nel circuito in oggetto, avente una determinata corrente di impiego I_b , una determinata sezione S , la caduta di tensione $\Delta V\%$ non sia superiore a quella indicata dalle norme o da capitolato.

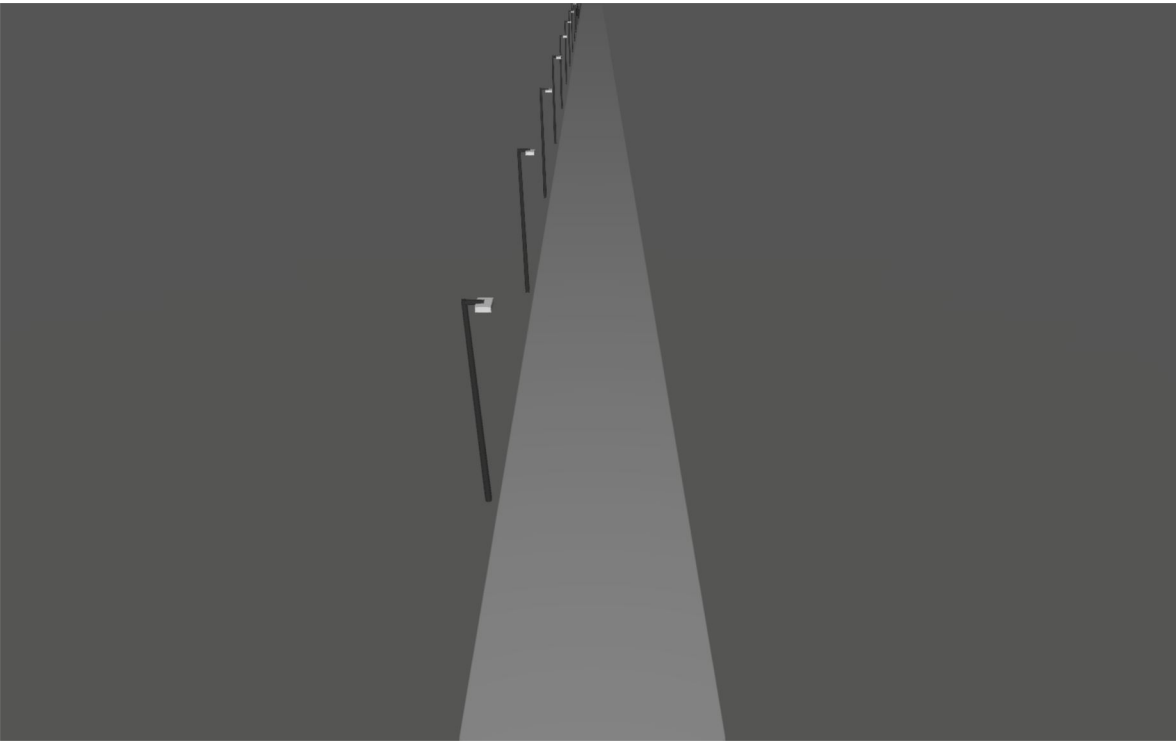
La verifica deve essere eseguita con il seguente metodo:

$$\Delta V\% = \sqrt{3} \cdot I_b \cdot (R_l \cdot \cos\varphi + X_l \cdot \sin\varphi) \cdot 100 \quad \text{dove:}$$

R_l : resistenza elettrica del cavo in oggetto avente sezione S

X_l : reattanza elettrica del cavo in oggetto avente sezione S

Firenze, 26 Febbraio 2024



Progetto

Premesse

Contenuto

Copertina	1
Premesse	2
Contenuto	3
Descrizione	4
Lista lampade	5

Scheda prodotto

Non ancora Membro DIALux - Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (1x L-QDRM-5P5-4000-100-1M-70-25)	6
--	---

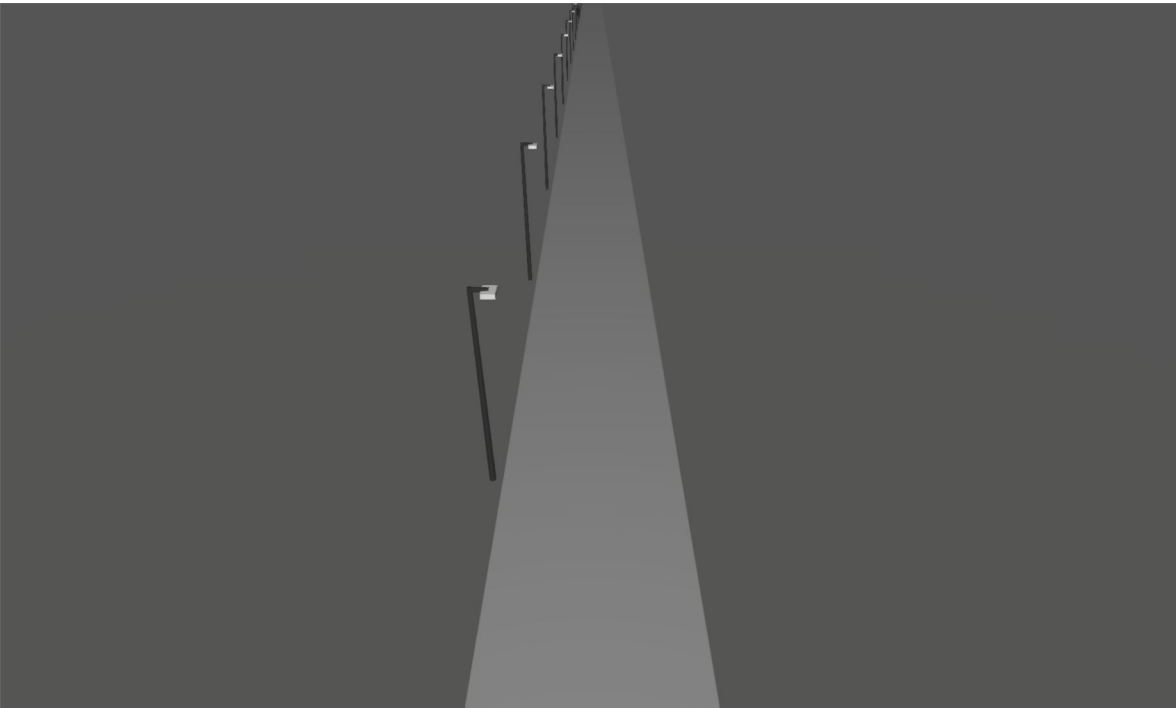
ciclabile · Alternativa 2

Descrizione	7
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)	8
Pista ciclabile 1 (P1)	12

ciclabile+pedonale · Alternativa 1

Descrizione	13
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)	14
Pista ciclabile 1 (P1)	18

Glossario	20
-----------------	----



Descrizione

Lista lampade

 Φ_{totale}

84480 lm

 P_{totale}

611.2 W

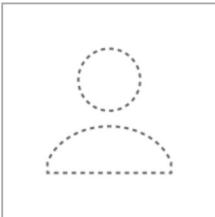
Efficienza

138.2 lm/W

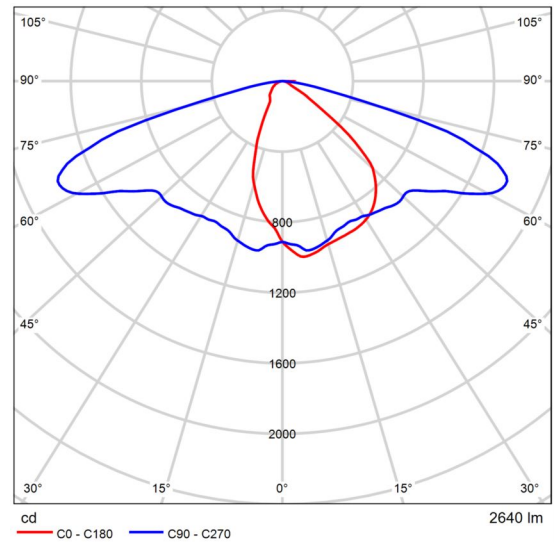
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
32	Non ancora Membro DIALux	22-028- 13_02	Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M	19.1 W	2640 lm	138.2 lm/W

Scheda tecnica prodotto

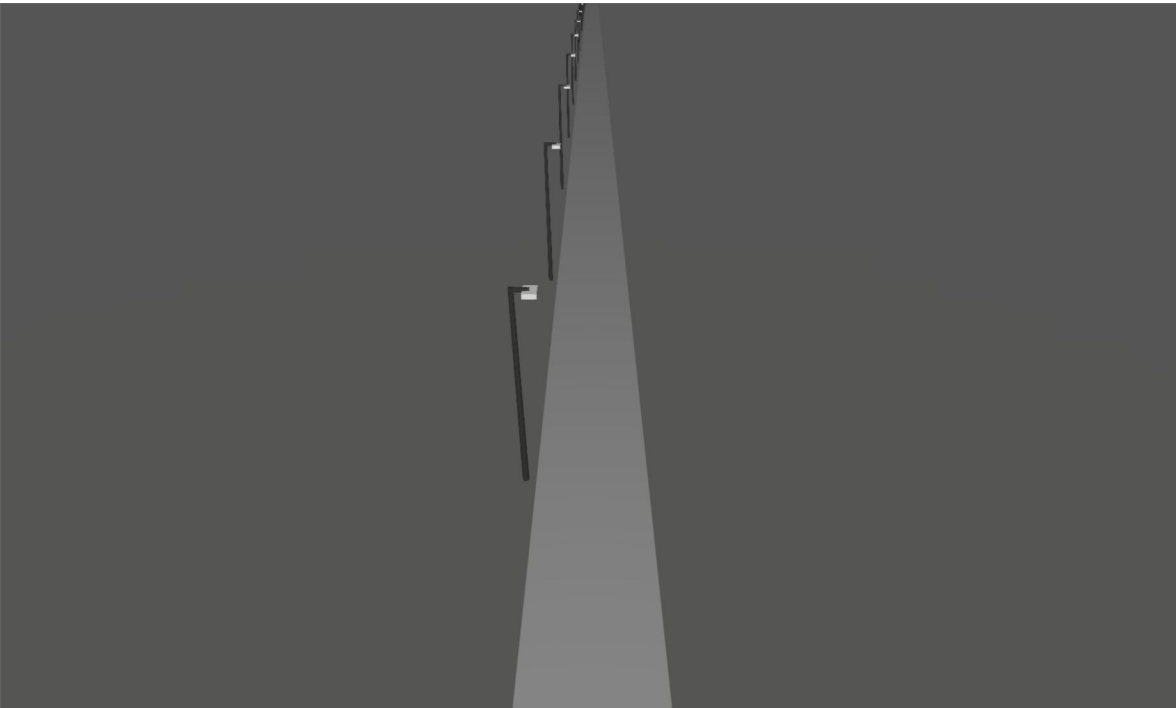
Non ancora Membro DIALux - Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M



Articolo No.	22-028-13_02
P	19.1 W
$\Phi_{Lampada}$	2640 lm
Efficienza	138.2 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polare

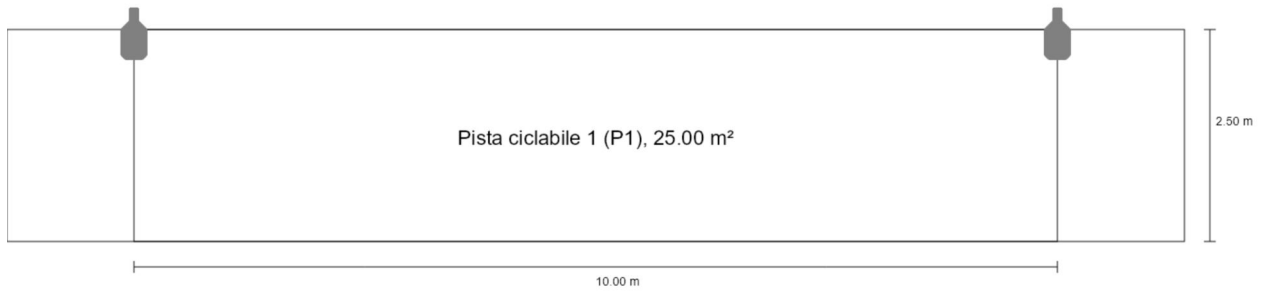


ciclabile

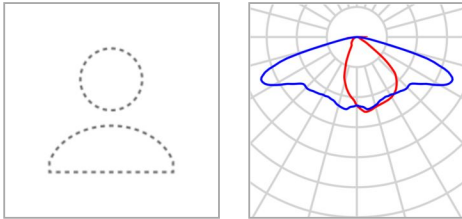
Descrizione

ciclabile

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



ciclabile

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

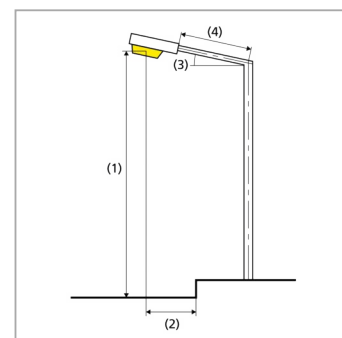
Produttore	Non ancora Membro DIALux	P	19.1 W
Articolo No.	22-028-13_02	Φ_{Lampada}	2640 lm
Nome articolo	Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M		
Dotazione	1x L-QDRM-5P5- 4000-100-1M-70-25		

ciclabile

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (su un lato sopra)

Distanza pali	10.000 m
(1) Altezza fuochi	4.700 m
(2) Distanza fuochi	0.100 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.350 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 19.1 W
Potenza / percorso	1910.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	≥ 70°: 560 cd/klm ≥ 80°: 106 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*2
Classe indici di abbagliamento	D.5
MF	0.80



ciclabile

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P1)	E_m	17.01 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	3.73 lx	≥ 3.00 lx	✓

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

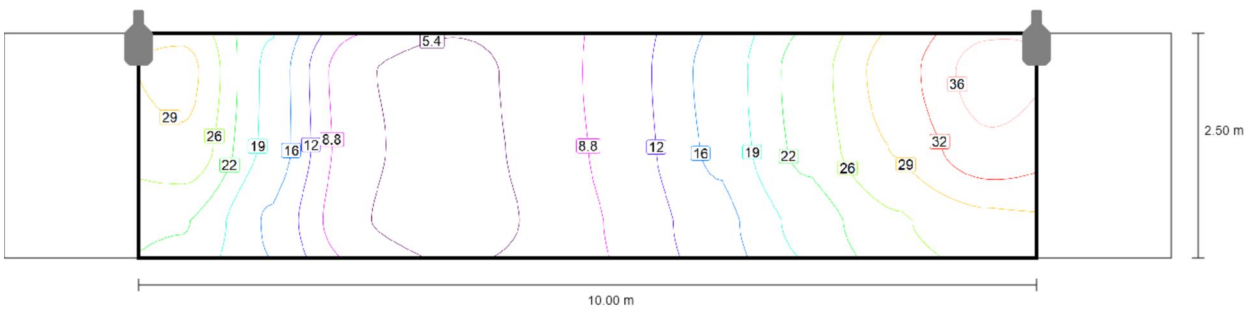
	Unità	Calcolato	Consumo di energia
ciclabile	D_p	0.045 W/lx*m ²	-
Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (su un lato sopra)	D_e	3.1 kWh/m ² anno	76.4 kWh/anno
Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, piste ciclabili, aree ciclo-pedonali)	IPEA*	A7+ (1.84)	-
Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (su un lato sopra - Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, piste ciclabili, aree ciclo-pedonali)	IPEI*	B (0.94)	-

ciclabile

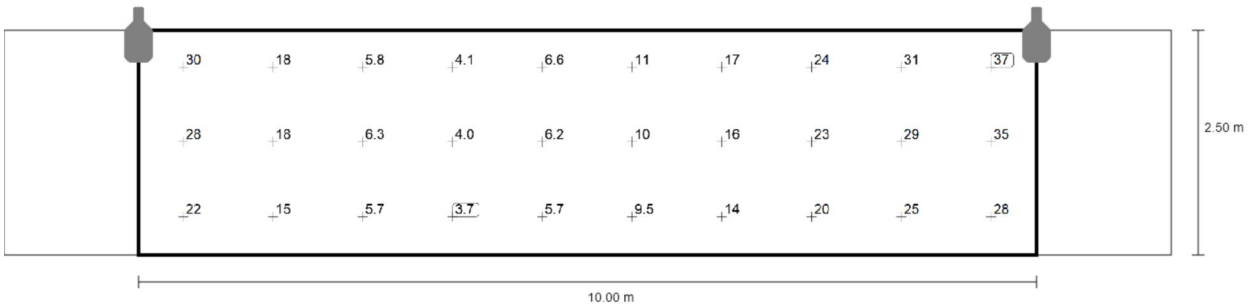
Pista ciclabile 1 (P1)

Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P1)	E_m	17.01 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	3.73 lx	≥ 3.00 lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

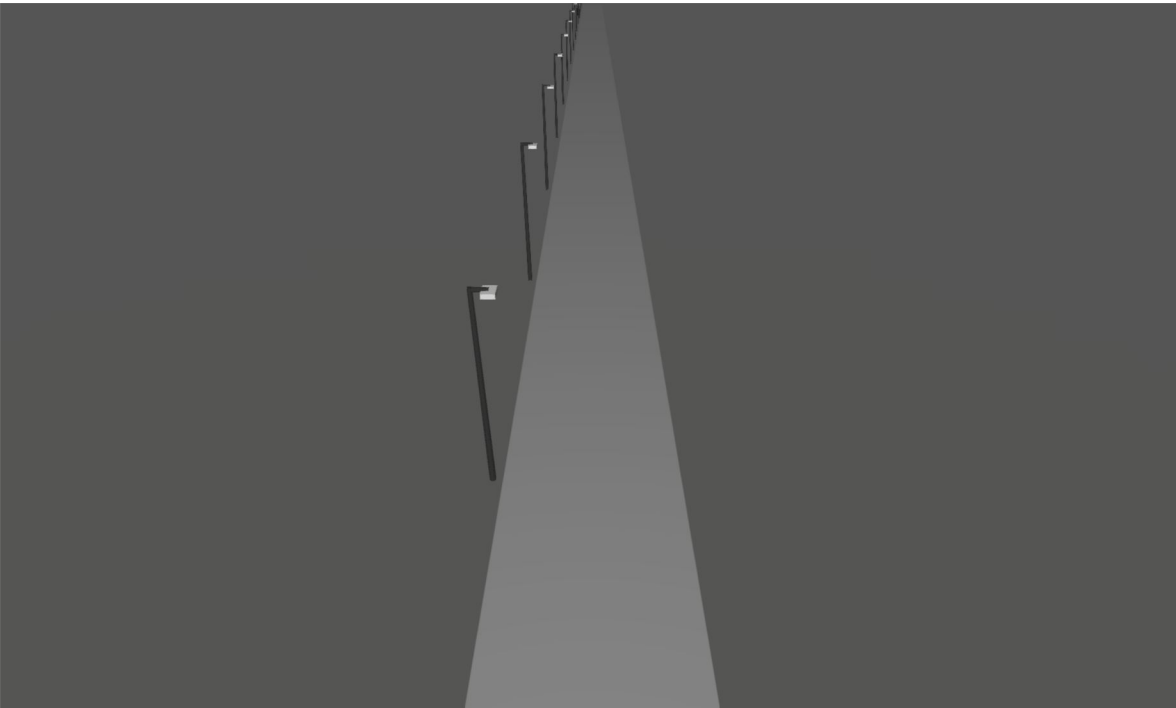


Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	0.500	1.500	2.500	3.500	4.500	5.500	6.500	7.500	8.500	9.500
2.083	29.90	18.07	5.85	4.13	6.60	10.80	16.59	23.69	30.70	37.37
1.250	28.14	18.05	6.34	4.00	6.24	10.49	16.17	23.24	29.21	34.79
0.417	22.46	15.13	5.71	3.73	5.74	9.51	14.32	20.00	25.15	28.02

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E_m	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	17.0 lx	3.73 lx	37.4 lx	0.22	0.10

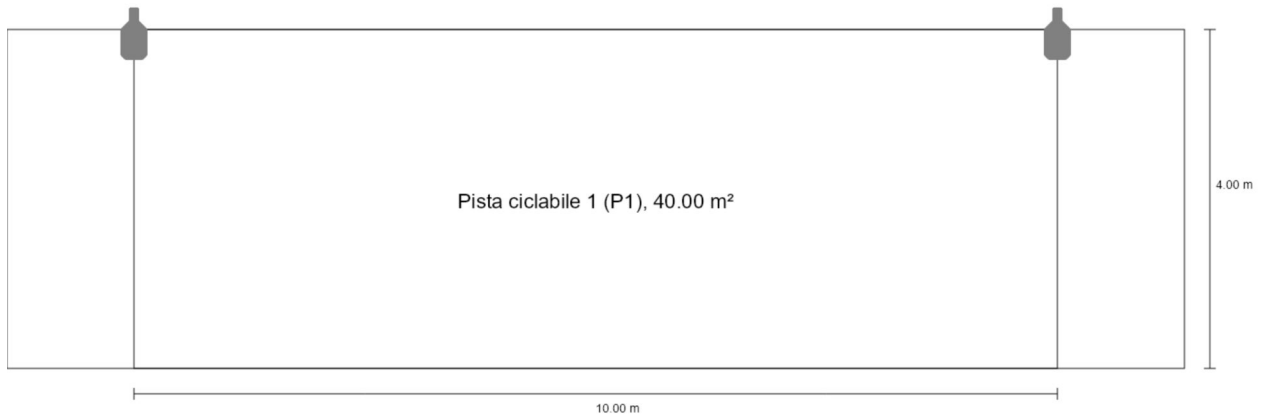


ciclabile+pedonale

Descrizione

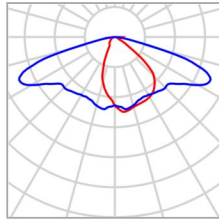
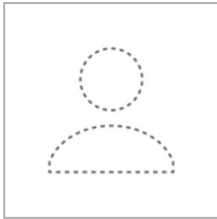
ciclabile+pedonale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



ciclabile+pedonale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



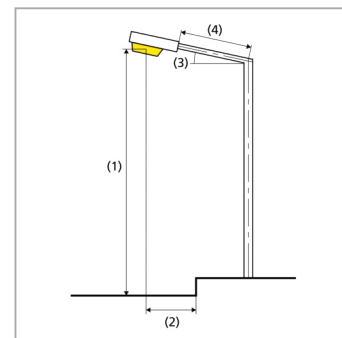
Produttore	Non ancora Membro DIALux	P	19.1 W
Articolo No.	22-028-13_02	$\Phi_{Lampada}$	2640 lm
Nome articolo	Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M		
Dotazione	1x L-QDRM-5P5-4000-100-1M-70-25		

ciclabile+pedonale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (su un lato sopra)

Distanza pali	10.000 m
(1) Altezza fuochi	4.700 m
(2) Distanza fuochi	0.100 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.350 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 19.1 W
Potenza / percorso	1910.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	≥ 70°: 560 cd/klm ≥ 80°: 106 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*2
Classe indici di abbagliamento	D.5
MF	0.80



ciclabile+pedonale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P1)	E_m	15.06 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	3.03 lx	≥ 3.00 lx	✓

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

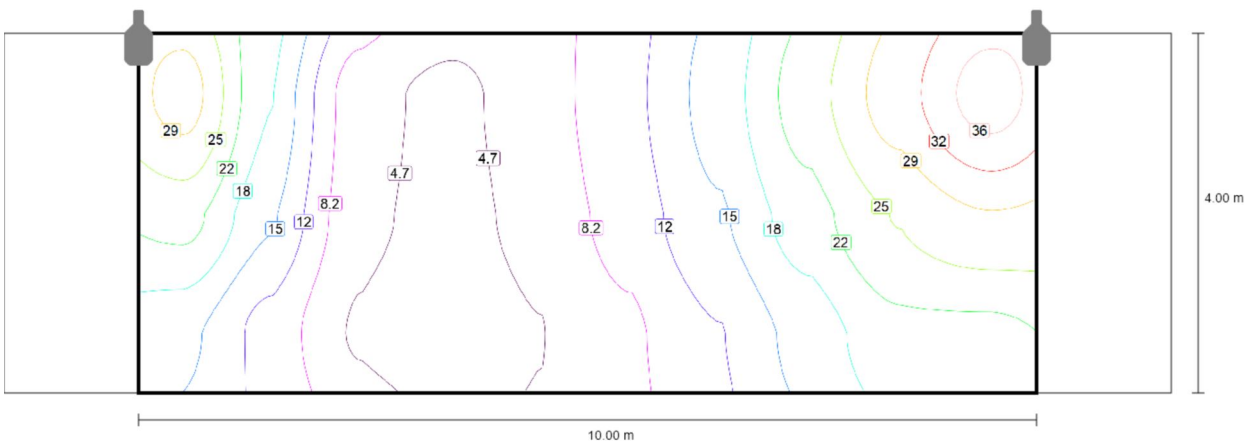
	Unità	Calcolato	Consumo di energia
ciclabile+pedonale	D_p	0.032 W/lx*m ²	-
Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (su un lato sopra)	D_e	1.9 kWh/m ² anno	76.4 kWh/anno
Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, piste ciclabili, aree ciclo-pedonali)	IPEA*	A7+ (1.84)	-
Q-DROME 5P5 STU-S 7040.100-1M (su un lato sopra - Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, piste ciclabili, aree ciclo-pedonali)	IPEI*	A+ (0.66)	-

ciclabile+pedonale

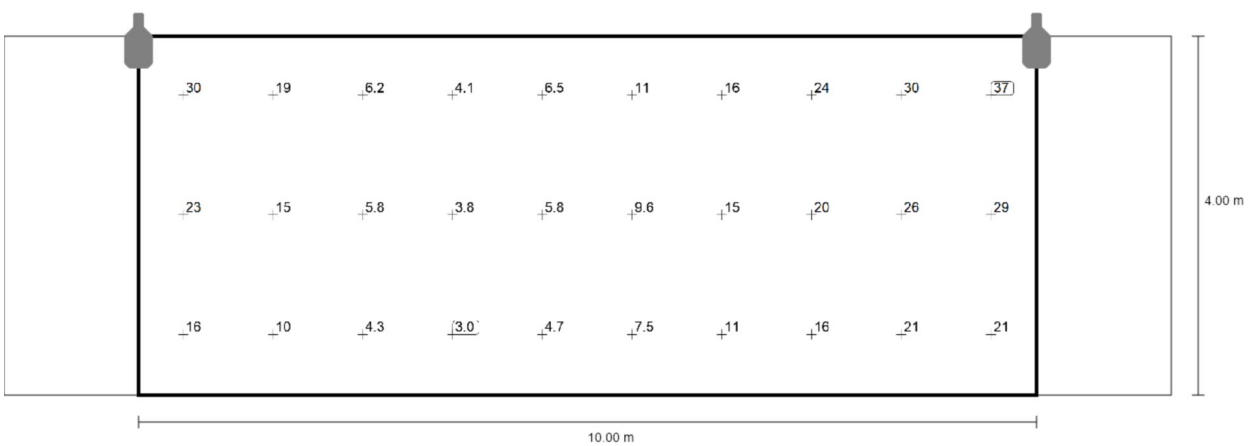
Pista ciclabile 1 (P1)

Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P1)	E_m	15.06 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	3.03 lx	≥ 3.00 lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	0.500	1.500	2.500	3.500	4.500	5.500	6.500	7.500	8.500	9.500	
	3.333	30.20	18.52	6.18	4.09	6.48	10.66	16.39	23.63	30.46	37.32

ciclabile+pedonale

Pista ciclabile 1 (P1)

m	0.500	1.500	2.500	3.500	4.500	5.500	6.500	7.500	8.500	9.500
2.000	22.98	15.46	5.81	3.79	5.82	9.61	14.57	20.36	25.50	28.56
0.667	15.91	10.43	4.33	3.03	4.67	7.54	11.44	16.29	20.79	21.05

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E_m	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	15.1 lx	3.03 lx	37.3 lx	0.20	0.08

Glossario

A

A	Simbolo usato nelle formule per una superficie in geometria
Altezza libera	Denominazione per la distanza tra il bordo superiore del pavimento e il bordo inferiore del soffitto (quando un locale è stato smantellato).
Area circostante	L'area circostante è direttamente adiacente all'area del compito visivo e dovrebbe essere larga almeno 0,5 m secondo la UNI EN 12464-1. Si trova alla stessa altezza dell'area del compito visivo.
Area del compito visivo	L'area necessaria per l'esecuzione del compito visivo conformemente alla UNI EN 12464-1. L'altezza corrisponde a quella alla quale viene eseguito il compito visivo.
Autonomia della luce diurna	Descrive in che percentuale dell'orario di lavoro giornaliero l'illuminamento richiesto è soddisfatto dalla luce diurna. L'illuminamento nominale viene utilizzato dal profilo della stanza, a differenza di quanto descritto nella EN 17037. Il calcolo non viene eseguito al centro della stanza ma nel punto di misurazione del sensore posizionato. Una stanza è considerata sufficientemente rifornita di luce diurna se raggiunge almeno il 50% di autonomia della luce diurna.

C

CCT	<p>(ingl. correlated colour temperature)</p> <p>Temperatura del corpo di una lampada ad incandescenza che serve a descrivere il suo colore della luce. Unità: Kelvin [K]. Più è basso il valore numerico e più rossastro sarà il colore della luce, più è alto il valore numerico e più bluastrò sarà il colore della luce. La temperatura di colore delle lampade a scarica di gas e dei semiconduttori è detta "temperatura di colore più simile" a differenza della temperatura di colore delle lampade ad incandescenza.</p> <p>Assegnazione dei colori della luce alle zone di temperatura di colore secondo la UNI EN 12464-1:</p> <p>colore della luce - temperatura di colore [K] bianco caldo (bc) < 3.300 K bianco neutro (bn) ≥ 3.300 – 5.300 K bianco luce diurna (bld) > 5.300 K</p>
Coefficiente di riflessione	Il coefficiente di riflessione di una superficie descrive la quantità della luce presente che viene riflessa. Il coefficiente di riflessione viene definito dai colori della superficie.

Glossario

CRI	<p>(ingl. colour rendering index) Indice di resa cromatica di una lampada o di una lampadina secondo la norma DIN 6169: 1976 oppure CIE 13.3: 1995.</p> <p>L'indice generale di resa cromatica Ra (o CRI) è un indice adimensionale che descrive la qualità di una sorgente di luce bianca in merito alla sua somiglianza, negli spettri di remissione di 8 colori di prova definiti (vedere DIN 6169 o CIE 1974), con una sorgente di luce di riferimento.</p>
<hr/>	
E	
Efficienza	<p>Rapporto tra potenza luminosa irradiata Φ [lm] e potenza elettrica assorbita P [W], unità: lm/W.</p> <p>Questo rapporto può essere composto per la lampadina o il modulo LED (rendimento luminoso lampadina o modulo), la lampadina o il modulo con dispositivo di controllo (rendimento luminoso sistema) e la lampada completa (rendimento luminoso lampada).</p>
<hr/>	
Eta (η)	<p>(ingl. light output ratio) Il rendimento lampada descrive quale percentuale del flusso luminoso di una lampadina a irraggiamento libero (o modulo LED) lascia la lampada quando è montata.</p> <p>Unità: %</p>
<hr/>	
F	
Fattore di diminuzione	Vedere MF
<hr/>	
Fattore di luce diurna	<p>Rapporto dell'illuminamento in un punto all'interno, ottenuto esclusivamente con l'incidenza della luce diurna, rispetto all'illuminamento orizzontale all'esterno sotto un cielo non ostruito.</p> <p>Simbolo usato nelle formule: D (ingl. daylight factor) Unità: %</p>
<hr/>	
Flusso luminoso	<p>Misura della potenza luminosa totale emessa da una sorgente luminosa in tutte le direzioni. Si tratta quindi di una "grandezza trasmettitore" che indica la potenza di trasmissione complessiva. Il flusso luminoso di una sorgente luminosa si può calcolare solo in laboratorio. Si fa distinzione tra il flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED e il flusso luminoso di una lampada.</p> <p>Unità: lumen Abbreviazione: lm Simbolo usato nelle formule: Φ</p>
<hr/>	

Glossario

G

g_1	Spesso anche U_o (ingl. overall uniformity) Descrive l'uniformità complessiva dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di E_{min}/\bar{E} e viene richiesto anche dalle norme sull'illuminazione dei posti di lavoro.
g_2	Descrive più esattamente la "disuniformità" dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di E_{min}/E_{max} ed è rilevante di solito solo per la verifica della rispondenza alla UNI EN 1838 per l'illuminazione di emergenza.
Gruppo di controllo	Un gruppo di apparecchi regolabili e controllati insieme. Per ogni scena luminosa, un gruppo di controllo fornisce il proprio valore di attenuazione. Tutti gli apparecchi all'interno di un gruppo di controllo condividono questo valore di regolazione. I gruppi di comando con i relativi apparecchi di illuminazione vengono determinati automaticamente da DIALux sulla base degli scenari luminosi creati e dei relativi gruppi di apparecchi.

I

Illuminamento	Descrive il rapporto del flusso luminoso, che colpisce una determinata superficie, rispetto alle dimensioni di tale superficie ($lm/m^2 = lx$). L'illuminamento non è legato alla superficie di un oggetto ma può essere definito in qualsiasi punto di un locale (sia all'interno che all'esterno). L'illuminamento non è una caratteristica del prodotto, infatti si tratta di una grandezza ricevitore. Per la misurazione si utilizzano luxmetri. Unità: lux Abbreviazione: lx Simbolo usato nelle formule: E
Illuminamento, adattivo	Per determinare su una superficie l'illuminamento medio adattivo, la rispettiva griglia va suddivisa in modo da essere "adattiva". Nell'ambito di grandi differenze di illuminamento all'interno della superficie, la griglia è suddivisa più finemente mentre in caso di differenze minime la suddivisione è più grossolana.
Illuminamento, orizzontale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano orizzontale (potrebbe trattarsi per es. della superficie di un tavolo o del pavimento). L'illuminamento orizzontale è contrassegnato di solito nelle formule da E_h .
Illuminamento, perpendicolare	Illuminamento calcolato o misurato perpendicolarmente ad una superficie. È da tener presente per le superfici inclinate. Se la superficie è orizzontale o verticale, non c'è differenza tra l'illuminamento perpendicolare e quello orizzontale o verticale.
Illuminamento, verticale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano verticale (potrebbe trattarsi per es. della parte anteriore di uno scaffale). L'illuminamento verticale è contrassegnato di solito nelle formule da E_v .

Glossario

Intensità luminosa	<p>Descrive l'intensità della luce in una determinata direzione (grandezza trasmettitore). L'intensità luminosa è il flusso luminoso Φ che viene emesso in un determinato angolo solido Ω. La caratteristica dell'irraggiamento di una sorgente luminosa viene rappresentata graficamente in una curva di distribuzione dell'intensità luminosa (CDL). L'intensità luminosa è un'unità base SI.</p> <p>Unità: candela Abbreviazione: cd Simbolo usato nelle formule: I</p>
<hr/>	
L	
LENI	<p>(ingl. lighting energy numeric indicator) Parametro numerico di energia luminosa secondo UNI EN 15193</p> <p>Unità: kWh/m² anno</p>
<hr/>	
LLMF	<p>(ingl. lamp lumen maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine che tiene conto della diminuzione del flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di riduzione del flusso luminoso).</p>
<hr/>	
LMF	<p>(ingl. luminaire maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione lampade che tiene conto della sporcizia di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione lampade è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).</p>
<hr/>	
LSF	<p>(ingl. lamp survival factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di sopravvivenza lampadina che tiene conto dell'avaria totale di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di sopravvivenza lampadina è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (nessun guasto entro il lasso di tempo considerato o sostituzione immediata dopo il guasto).</p>
<hr/>	
Luminanza	<p>Misura per l'"impressione di luminosità" che l'occhio umano ha di una superficie. La superficie stessa può illuminare o riflettere la luce incidente (grandezza trasmettitore). Si tratta dell'unica grandezza fotometrica che l'occhio umano può percepire.</p> <p>Unità: candela / metro quadrato Abbreviazione: cd/m² Simbolo usato nelle formule: L</p>

Glossario

M

MF

(ingl. maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005
 Fattore di manutenzione come numero decimale compreso tra 0 e 1, che descrive il rapporto tra il nuovo valore di una grandezza fotometrica pianificata (per es. dell'illuminamento) e il fattore di manutenzione dopo un determinato periodo di tempo. Il fattore di manutenzione prende in considerazione la sporcizia di lampade e locali, la riduzione del riflesso luminoso e la défaillance di sorgenti luminose.
 Il fattore di manutenzione viene considerato in blocco oppure calcolato in modo dettagliato secondo CIE 97: 2005 utilizzando la formula $RMF \times LMF \times LLMF \times LSF$.

O

Osservatore UGR

Punto di calcolo nel locale per il quale DIALux determina il valore UGR. La posizione e l'altezza del punto di calcolo devono corrispondere alla posizione tipica dell'osservatore (posizione e altezza degli occhi dell'utente).

P

P

(ingl. power)
 Assorbimento elettrico

 Unità: watt
 Abbreviazione: W

R

$R_{(UG)} \max$

(engl. rating unified glare)
 Misura dell'abbagliamento psicologico negli spazi interni.
 Oltre alla luminanza degli apparecchi, il livello del valore $R_{(UG)}$ dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla direzione di osservazione e dalla luminanza ambientale. Il calcolo viene effettuato secondo il metodo delle tabelle, vedere CIE 117. Tra l'altro, la EN 12464-1:2021 specifica la $R_{(UG)}$ massima ammissibile - valori $R_{(UGL)}$ per vari luoghi di lavoro interni.

RMF

(ingl. room maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005
 Fattore di manutenzione locale che tiene conto della sporcizia delle superfici che racchiudono il locale durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione locale è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).

Glossario

S

Superficie utile Superficie virtuale di misurazione o di calcolo all'altezza del compito visivo, che di solito segue la geometria del locale. La superficie utile può essere provvista anche di una zona marginale.

Superficie utile per fattori di luce diurna Una superficie di calcolo entro la quale viene calcolato il fattore di luce diurna.

U

UGR (max) (ingl. unified glare rating)
 Misura per l'effetto abbagliante psicologico negli interni.
 L'altezza del valore UGR, oltre che dalla luminanza della lampada, dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla linea di mira e dalla luminanza dell'ambiente. Inoltre, nella EN 12464-1 vengono indicati i valori UGR massimi ammessi per diversi luoghi di lavoro in interni.

V

Valutazione energetica Basato su una procedura di calcolo orario per la luce diurna negli spazi interni, considerando la geometria del progetto e gli eventuali sistemi di controllo della luce diurna esistenti. Vengono presi in considerazione anche l'orientamento e l'ubicazione del progetto. Il calcolo utilizza la potenza di sistema specificata degli apparecchi di illuminazione per determinare il fabbisogno energetico. Per gli apparecchi a luce diurna si presume una relazione lineare tra potenza e flusso luminoso nello stato regolato. Tempi di utilizzo e illuminamento nominale sono determinati dai profili di utilizzo degli spazi. Gli apparecchi accesi esplicitamente esclusi dal controllo tengono conto anche dei tempi di utilizzo indicati. I sistemi di controllo della luce diurna utilizzano una logica di controllo semplificata che li chiude a un illuminamento orizzontale di 27.500 lx.

L'anno solare 2022 viene utilizzato solo come riferimento. Non è una simulazione di quest'anno. L'anno di riferimento viene utilizzato solo per assegnare i giorni della settimana ai risultati calcolati. Non si tiene conto del passaggio all'ora legale. Il tipo di cielo di riferimento utilizzato è il cielo medio descritto in CIE 110 senza luce solare diretta.

Il metodo è stato sviluppato insieme al Fraunhofer Institute for Building Physics ed è disponibile per la revisione da parte del Joint Working Group 1 ISO TC 274 come estensione del precedente metodo annuale basato sulla regressione.

Glossario

Z

Zona di sfondo

Secondo la norma UNI EN 12464-1 la zona di sfondo è adiacente all'area immediatamente circostante e si estende fino ai confini del locale. Per locali di dimensioni maggiori la zona di sfondo deve avere un'ampiezza di almeno 3 m. Si trova orizzontalmente all'altezza del pavimento.

Zona margine

Area perimetrale tra superficie utile e pareti che non viene considerata nel calcolo.
