



Consorzio Sviluppo Industriale
ISERNIA-VENAFRO



Piano Operativo Infrastrutture FSC 2014-2020 e 2° addendum, le Delibere CIPE 1.12.2015 n.54 e 28.02.2018 n.12 Asse Tematico A "Interventi Stradali", le Delibere di Giunta Regione Molise n.287 del 23.07.2019 e n.440 dell'11.11.2019

Asse Tematico A" Interventi Stradali" - completamento di itinerari già programmati.

COMPLETAMENTO PIATTAFORMA LOGISTICA PARCO INTERMODALE IN PROSSIMITÀ' DELLO SCALO FERROVIARIO NEL NUCLEO INDUSTRIALE DI POZZILLI (ISERNIA)

PROGETTO DEFINITIVO



RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

Elaborato N.

D8

Progetto
Ing. Evinio D'ADDIO

Ing. Nicola MARTINO

CIG: **Z50312D37E**

Aprile 2021
Data

CUP: **G21B18000500001**

R.T.P - Ing. Evinio D'Addio - Ing. Nicola Martino

Via Molise n. 90 - Isernia Tel. 347 589 1429 - <http://www.daddio.it>

1 PREMESSA

Il presente elaborato descrive gli impianti per l'illuminazione della strada consortile denominata Viale delle Industrie, posta all'interno del Consorzio per lo Sviluppo Industriale Isernia – Venafro nel Comune di Pozzilli in provincia di Isernia.

Di seguito sono descritti gli obiettivi e le finalità che il presente progetto illuminotecnico si propone di raggiungere ed i requisiti che l'impianto di illuminazione in progetto dovrà possedere per soddisfare tali obiettivi.

1.1 CARATTERISTICHE SPECIFICHE GENERALI

Gli impianti di illuminazione stradale sono totalmente all'esterno.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici la progettazione si estenderà dal punto di allacciamento alla linea esistente della lottizzazione esistente e fino ai singoli utilizzatori fissi (armature stradali), considerando tutti gli impianti ed i componenti relativi all'impianto di distribuzione luce.

1.2 OPERE ELETTRICHE DA REALIZZARE

Dovranno essere eseguite le seguenti opere elettriche:

- Linee di distribuzione impianto di illuminazione;
- Impianto illuminazione.

2 IL PROGETTO ILLUMINOTECNICO

Lo scopo del progetto illuminotecnico è quello di illuminare un compito visivo (visual task), ossia di inviare, in un determinato luogo, un flusso luminoso adeguato alle attività che vi si devono svolgere.

Il parametro principale per la verifica delle condizioni di illuminazione è rappresentato dal *livello di illuminamento* E definito come il rapporto tra il flusso luminoso incidente su di una superficie e la superficie stessa

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

Ed è misurato in lux

esso viene calcolato principalmente mediante due metodi:

- Metodo del flusso totale;
- Il metodo punto – punto.

A parità di flusso luminoso intervengono altri fattori importanti, quali il controllo dell'abbagliamento, la resa dei colori, il dosaggio delle ombre, il fattore di contrasto, l'uniformità dell'illuminamento; i parametri menzionati assumono una diversa importanza a seconda che si affronti il progetto illuminotecnico di un ambiente confinato o di un ambiente esterno. È poi fondamentale tenere presente che la qualità del progetto dipende non solo dai parametri di natura strettamente illuminotecnica, ma anche da considerazioni di natura elettrica, quali il consumo di energia, la

sicurezza e l'affidabilità dei componenti, nonché di natura architettonica ed ergonomica, nel rispetto delle varie esigenze e degli effetti estetici richiesti dal caso specifico.

Nel caso in cui il luogo da illuminare sia rappresentato da una strada, il progetto illuminotecnico deve far sì che siano garantite condizioni di guida sicure e che sia limitata al minimo la fatica visiva del conducente.

La visione notturna su strada è determinata dai **contrast** di luminanza delle varie superfici, ove per luminanza di una superficie emittente in una certa direzione si intende il rapporto tra l'intensità luminosa emessa nella direzione considerata e l'area della superficie stessa proiettata sopra un piano perpendicolare alla direzione considerata.

A tal proposito, su strada si possono avere due tipi di visione notturna:

- Oggetto chiaro su sfondo scuro, quando gli ostacoli verticali hanno una luminanza maggiore rispetto al manto stradale perché sono illuminati dai fari degli autoveicoli;
- Oggetto scuro su sfondo chiaro, detta anche visione per silhouette, quando la luminanza dell'oggetto è inferiore a quella dello sfondo.

Lo scopo dell'impianto di illuminazione stradale è quello di far sì che si realizzi il secondo dei tipo di visione notturna sopracitati.

Affinché siano assicurate soddisfacenti condizioni di visibilità e di comfort visivo è necessaria una corretta scelta dei seguenti parametri:

- Luminanza della strada;
- Uniformità di luminanza;
- Abbagliamento;
- Disposizione dei centri luminosi.

Occorre inoltre evitare una distribuzione a chiazze delle luminanze sulla carreggiata stradale in quanto ciò potrebbe portare ad un annullamento o ad inversione dei contrasti di luminanza e quindi ad una scarsa percepibilità degli ostacoli.

Per quanto riguarda l'abbagliamento, è compito del progettista fare in modo che l'osservatore, svolgendo il compito visivo, non incontri sorgenti luminose orientate verso di esso, né oggetti caratterizzati da forti luminanze.

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI 11095 "Luce e illuminazione: Illuminazione di gallerie";
- UNI 10439 "Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato";
- D. Lgs 30 Aprile 1992 n. 285 e DPR 495/92 "Nuovo Codice della Strada";
- Decreto legislativo 360/93: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n.285 del 30.04.1992;
- D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico";
- DPR 503/96 "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche";

- Legge n. 9 del gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”;
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”;
- Allegato II Direttiva 83/189/CEE legge del 21 giugno 1986 n.317 sulla realizzazione di impianti a regola d’arte e analogo DPR 447/91 (regolamento della legge 46/90);
- Norma UNI 11248 relative agli impianti di illuminazione delle strade con traffico motorizzato;
- Norma CEI 34-33 “Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l’illuminazione”;
- Norma CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche esterne”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee un cavo “;
- Norma CEI 64-7 “Impianti di illuminazione pubblica e similari”;
- Norma CEI 64-8 relativa alla “esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V”;
- Norma CEI 11-46 – “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi”M
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei”;
- Norma CEI 17-13/1 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT): Parte 1. –Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”;
- Norma CEI 20-20/13 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.”;
- Norma CEI 20-21 “Calcolo delle portate dei cavi elettrici.”;
- Norma CEI 20-40 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”;
- Norma CEI 20-48/1-7 “Cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 kV”;
- Norma CEI EN 50086-1 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche”;
- Norma CEI 23-49 “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari”,
- Norma 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 34 – 33 “Apparecchi di Illuminazione. Parte II : Prescrizioni particolari. Apparecchi per l’illuminazione stradale Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d’illuminazione in generale CEI 64-8/1...7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- Norma CEI-UNEL (1987) TAB. 00722) “Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o PVC per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U₀/U non superiori a 0,6/1 kV”;

- Norma CEI-UNEL (1997) (TAB. 35024/1) “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- Norma UNI 10819 “Impianti di illuminazione stradale – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”.
- Norma UNI EN 12352 “Attrezzatura per il controllo del traffico. Dispositivi luminosi di pericolo e di sicurezza”;
- Norma UNI/TS 11726:2018 “Progettazione illuminotecnica degli attraversamenti pedonali nelle strade con traffico motorizzato”;
- Legge 186/68 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici”;
- Dlgs 81/08 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”;
- D.Lgs. 476/92 “Direttiva del Consiglio d’Europa sulla compatibilità elettromagnetica”;
- D. Lgs. 285 del 30-4-1992 “Nuovo Codice della Strada”;
- DPR 495/92 Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
- D. Lgs 360/93 “Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada” approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992”;
- D.M. 12/04/95 Supp.ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico”;
- DPR 503/96 Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche leggi n. 9 del gennaio1991 “Norme per l’attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”;
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”;
- Legge regionale Veneta nr.17 del 07/08/2009 “Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”.
- Norma UNI EN 13201-1 “Illuminazione stradale – Parte 1: Selezione delle classi di illuminazione”;
- Norma UNI EN 13201-2 “Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali”;
- Norma UNI EN 13201-3 “Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni”;
- Norma UNI EN 13201-4 “Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”;
- Norma UNI EN 13201-5 “Illuminazione stradale – Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche”;
- Norma UNI 11248 “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”.

4 ILLUMINAZIONE DEI ASSI STRADALI, DELLE INTERSEZIONI E DELLE ROTATORIE

4.1 REQUISITI ILLUMINOTECNICI

I requisiti di quantità e qualità dell'illuminazione stradale sono indicati in Italia dalla Norma UNI 11248, che va a completare il panorama normativo sull'illuminazione stradale insieme alle normative europee UNI EN13201 1-2-3-4-5

L'ente normatore Europeo ha redatto infatti la EN13201 composta da 5 parti; le parti 2, 3 e 4 riguardano rispettivamente:

- **EN13201-2 Requisiti prestazionali:** ovvero i parametri in quantità e qualità che i vari ambienti illuminati presi in considerazione devono rispettare;
- **EN13201-3 Calcolo delle prestazioni:** illustra gli algoritmi e le convenzioni per il calcolo delle prestazioni;
- **EN13201-4 Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche:** illustra e suggerisce metodi e procedure per la verifica delle prestazioni.

La parte 5 è stata introdotta con la revisione del 2016:

- **EN 13201-5 Indici di prestazione energetica:** introduce la valutazione energetica dell'impianto attraverso 2 parametri, densità di potenza e consumo annuale di energia

La norma chiede di considerare gli aspetti di apparenza diurna e notturna dell'impianto di illuminazione nonché di considerare gli aspetti di confort e limitazione delle emissioni luminose in direzioni non necessarie suggerendo una serie di argomenti.

A questa prima classificazione il progettista applica quella che è definita come "analisi dei rischi", ovvero una valutazione di tutte quelle caratteristiche specifiche dell'ambiente che possono portare ad individuare una diversa categoria illuminotecnica di progetto.

Molti elementi di valutazione e il loro peso in termini di rischi sono presentati nella norma attraverso diverse tabelle e processi decisionali, ma è lasciata anche libertà al progettista di valutare aspetti secondo lui importanti.

Al termine di questa analisi, che il progettista deve documentare, si ricava la categoria illuminotecnica di progetto ed eventuali sotto-categorie illuminotecniche di esercizio legate al variare dei flussi di traffico, rispetto alle quali eseguire la progettazione illuminotecnica vera e propria.

La normativa UNI11248 e le correlate UNI EN13201 individuano prescrizioni illuminotecniche per tutte le aree pubbliche adibite alla circolazione, destinate al traffico motorizzato, ciclabile o pedonale; definendo per tutte le tipologie specifici parametri di riferimento e di analisi.

La UNI 11248 riporta la classificazione delle strade, coerentemente alle disposizioni di legge vigenti in materia, in particolare per quanto riguarda la denominazione delle categorie.

Per ogni categoria stradale, il prospetto seguente indica le categorie illuminotecniche, individuate con una sigla alfa-numerica.

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	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 Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792¹⁰⁾.</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) Vedere punto 6.3.</p> <p>4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".</p>			

4.1.1 CRITERI DI SUDDIVISIONE DELLE ZONE DI STUDIO

4.1.1.1 GENERALITÀ

La strada è generalmente costituita da più zone di studio. Per ogni zona di studio il progettista seleziona una categoria illuminotecnica di ingresso, una di progetto e una o più categorie illuminotecniche di esercizio. La determinazione dell'estensione della zona di studio e delle parti della strada che la delimitano è compito del progettista. La presenza di rallentatori di velocità implica la necessità di definire una zona di studio che consideri il tratto di strada ove sussiste l'azione di rallentamento.

4.1.1.2 STRADE A TRAFFICO VEICOLARE

Per le strade a traffico veicolare (escluse le strade di classe F con limite di velocità ≤ 30 km h⁻¹), in assenza di corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata.

In presenza di corsie di emergenza adiacenti occorre si devono considerare le due zone di studio come zone di studio separate.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata.

4.1.1.3 STRADE DI CLASSE F

Per le strade di classe F, con limite di velocità ≤ 30 km h⁻¹, in assenza di marciapiedi laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla totalità dello spazio compreso tra le facciate degli edifici posti direttamente a filo oppure entro i limiti delle proprietà che costeggiano la zona.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata.

4.1.1.4 PISTE CICLABILI E STRADE OVE GLI UTENTI PRINCIPALI SONO I PEDONI (VELOCITÀ DELLA MARCIA A PIEDI)

Per le piste ciclabili e strade, ove gli utenti principali sono i pedoni (velocità della marcia a piedi), la zona da prendere in considerazione corrisponde a marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili definite.

Marciapiedi (o attraversamenti pedonali) e piste ciclabili adiacenti possono essere raggruppati in una medesima zona di studio.

Nel caso in cui la zona di studio corrisponda a tutta la strada (per esempio per le strade locali urbane le aree pedonali, i centri storici con utenti principali i pedoni e ammessi gli altri utenti), la zona da prendere in considerazione corrisponde alla totalità dello spazio compreso tra le facciate degli edifici posti direttamente a filo oppure entro i limiti delle proprietà che costeggiano la zona di studio.

4.1.1.5 ZONE DI CONFLITTO

Nelle zone di conflitto, in assenza di marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, la zona di conflitto da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata. Nella zona di studio deve essere considerato anche l'isolotto centrale di una rotatoria se questi può essere occupato o attraversato da veicoli

autorizzati.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata.

4.1.1.6 PRESENZA DI RALLENTATORI DI VELOCITÀ

In presenza di rallentatori di velocità, la zona di studio considera esclusivamente i tratti ove sono installati rallentatori di velocità.

Nel caso di dispositivi ravvicinati, questi dispositivi e la strada costituiscono una medesima zona di studio.

Invece quando la distanza tra più dispositivi successivi è, a giudizio del progettista, sufficientemente ampia da giustificare tecnicamente una variazione delle prestazioni dell'impianto di illuminazione, ciascuno di questi dispositivi può essere considerato come appartenere a una zona di studio distinta e limitata alle vicinanze immediate del dispositivo.

4.1.1.7 PRESENZA DI ATTRAVERSAMENTI PEDONALI

In presenza di attraversamenti pedonali, la zona di studio considera:

- lo spazio specificatamente definito dalla segnaletica orizzontale;
- lo spazio simmetricamente disposto rispetto alla segnaletica per una larghezza pari a quella della segnaletica stessa;
- il marciapiede, limitatamente al tratto corrispondente alla larghezza della zona.

Da questa catalogazione si determinano le categorie illuminotecniche di riferimento. Bisogna tenere presente che, attraverso l'analisi dei rischi, è possibile in presenza di determinati fattori, ridurre la categoria illuminotecnica di ingresso.

4.1.2 ANALISI DEI RISCHI

L'analisi dei rischi è parte obbligatoria nella definizione del progetto illuminotecnico.

Consiste nella valutazione dei parametri d'influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti d'illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada nelle ore notturne, minimizzando i consumi energetici, i costi di installazione, di gestione e l'impatto ambientale.

L'analisi dei rischi può essere suddivisa in varie fasi di studio:

- Sopralluogo per valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia sull'individuazione dei parametri rilevanti per le strade da esaminare;
- Individuazione dei parametri e delle procedure da valutare secondo le richieste della Norma UNI 11248/2016 e da esigenze specifiche;
- Studio del rischio, determinato da tutti gli eventi potenzialmente pericolosi (incidenti pregressi e rapporto tra incidenti diurni e notturni), classificandoli in base alla frequenza e gravità;
- Creazione di una classifica d'interventi con una scala di priorità, per assicurare nel tempo, i livelli di sicurezza richiesti da Normative e Leggi;

La norma UNI 11248/2016 propone nei prospetti 2 e 3 alcuni possibili parametri di influenza, ovviamente non tutti applicabili, in ciascun ambito illuminotecnico.

I parametri di influenza costanti nel lungo periodo determinano la categoria illuminotecnica di progetto. I più significativi parametri di questo gruppo sono elencati nel prospetto 2.

I parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto. I più significativi parametri di questo gruppo sono elencati nel prospetto 3.

prospetto 2 Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro 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
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[5] .	

prospetto 3 Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale

Parametro 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

Il decremento massimo per la categoria illuminotecnica di esercizio a partire dalla categoria illuminotecnica di progetto potrà essere pari a una categoria qualora la riduzione della categoria illuminotecnica di progetto sia pari a due categorie illuminotecniche, altrimenti il decremento non potrà essere superiore a due categorie illuminotecniche.

prospetto 4 Possibili casi di riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso

Impianto	Riduzione adottata per la categoria illuminotecnica di progetto rispetto alla categoria di ingresso	Riduzione massima adottata per la categoria illuminotecnica di esercizio	Riduzione massima della categoria di esercizio rispetto alla categoria di ingresso
Normale	0	0	0
		1	1
		2	2
	1	0	1
		1	2
		2	3
	2	0	2
		1	3
		2	3
Condizioni di traffico stabilmente minori rispetto alla portata di servizio massima	1 (flusso di traffico stabilmente minore del 50%)	0	1
		1	2
		2	3
	2 (flusso di traffico stabilmente minore del 25%)	0	2
		1	3
		(per altri parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale)	
Impianti adattivi FAI	0	0	0
		1	1
		2	2
		3	3
	(per flusso di traffico minore del 12,5%)		
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3	4
	(per flusso di traffico minore del 12,5%)		
	2	0	2
		1	3
2		4	
(per flusso di traffico minore del 12,5%)			

Vi sono inoltre alcune condizioni che suggeriscono l'adozione di provvedimenti integrativi dell'illuminazione, di cui il prospetto 5 elenca alcuni esempi.

spetto 5 Esempi di provvedimenti integrativi all'impianto di illuminazione

Condizione	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminosità ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnaletica stradale attiva e/o a riflessione catadiottrica di classe adeguata per mantenere la condizione di cospicuità
Intersezioni, svincoli, rotoarie (in particolare se con traffico intenso e/o di elevata velocità)	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso orario di traffico e/o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnarli adeguatamente
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

4.1.3 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE COMPARABILI TRA ZONE CONTIGUE E TRA ZONE ADIACENTI

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse che impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie con un livello luminoso comparabile.

Si deve comunque evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili e la zona in cui il livello luminoso previsto è il più elevato, costituisce la zona di riferimento:

prospetto 6 Comparazione di categorie illuminotecniche

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

4.1.4 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE ADDIZIONALI

In presenza di svincoli, zone di interscambio o zone con rischio di azioni criminose il progettista può ricorrere a prescrizioni anche sul piano verticale. Alle categorie illuminotecniche individuate si deve aggiungere la categoria indicata nel prospetto 7.

prospetto 7 Categorie illuminotecniche aggiuntive

Categoria illuminotecnica										
Categoria illuminotecnica individuata	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	-
	-	-	-	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Categoria illuminotecnica aggiuntiva	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-	-

4.1.5 CONDIZIONI PARTICOLARI PER LE STRADE DI TIPO F

Nel caso di isole ambientali, centri storici, altri tipi di strade con velocità massima fino a 30 km h-1 e nelle zone pedonali, il valore dell'incremento di soglia 'TI è riportato nell'appendice C della UNI EN 13201 -2:2016.

Nel prospetto 7 è riportata la categoria illuminotecnica EV, che integra le prescrizioni delle categorie illuminotecniche C ed P raccomandate, nel caso di zone sottoposte a videosorveglianza.

4.1.6 RESA CROMATICA DELLA LUCE E PAVIMENTAZIONI STRADALI

- resa cromatica: la norma non ammette più lampade al sodio NABP; l'indice minimo di resa cromatica ammesso per i nuovi impianti è 20, per una soddisfacente resa/riconoscimento dei colori anche nella circolazione stradale.
- pavimentazioni: In genere le caratteristiche devono essere comunicate al progettista dal proprietario/gestore. Le due pavimentazioni normalizzate sono la C1 e la C2, rispettivamente calcestruzzo e asfalto.

4.1.7 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE INTERSEZIONI STRADALI

4.1.7.1 *STRADE DI ACCESSO ILLUMINATE*

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, per esempio a una categoria illuminotecnica massima M3, nell'intersezione a raso deve essere applicata la categoria illuminotecnica C2 se $0,05 S(1 < 0 \sigma:CO)$; $0,08 S(1$.

4.1.7.2 *STRADE DI ACCESSO NON ILLUMINATE*

Con riferimento al prospetto 6, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere pari alla maggiore tra categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se venissero illuminate, per esempio a una categoria illuminotecnica massima M3, nell'intersezione lineare a raso deve essere applicata la categoria illuminotecnica C3 se $0,05 S(1 < 0 \sigma:CO)$; $0,08 S(1$.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino un'illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona illuminata e quella completamente buia. La lunghezza di questa zona non deve essere minore dello spazio percorso in 3 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

4.1.8 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

La norma UNI 13201-2 "Illuminazione stradale" parte 2 ,requisiti prestazionali" determina le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale

4.1.8.1 *M (ex ME / MEW)*

Queste categorie fanno riferimento a strade, urbane o extraurbane, con traffico prevalentemente motorizzato e dove è possibile calcolare i valori di luminanza

Le categorie M nel prospetto 1 sono previste per i conducenti di veicoli motorizzati su strade con velocità di marcia medio/alte.

La luminanza media del manto stradale (L), l'uniformità generale della luminanza (U_0), l'uniformità longitudinale della luminanza (U_l), l'incremento di soglia (T) e il rapporto di contiguità (SR) devono essere calcolati in conformità alla EN 13201-3 e alla EN 13201-4

prospetto 1 Categorie illuminotecniche M

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	\bar{L} [minima mantenuta] cd x m ²	U_0 [minima]	$U_l^{a)}$ [minima]	$U_{00}^{b)}$ [minima]	$f_{11}^{c)}$ [massima] %	$R_{E1}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longitudinale (U_l) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna f_{11} sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

4.1.8.2 C (ex CE)

Classe per strade motorizzate, pedonali, dove sono presenti zone di conflitto o dove non è possibile calcolare i valori di luminanza: strade commerciali, centri storici, rotonde, incroci, strade con pedoni e ciclisti, sottopassi.

Dunque, le categorie C del prospetto 2 riguardano i conducenti di veicoli motorizzati e altri utenti della strada in zone di conflitto come strade di zone commerciali, incroci stradale di una certa complessità, rotonde, aree con presenza di coda, ecc.

Le categorie C si possono applicare inoltre alle zone utilizzate dai pedoni e dai ciclisti, per esempio i sottopassaggi.

prospetto 2 Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

4.1.8.3 P (ex S), HS (ex A), SC (ex ES), EV

Le categorie illuminotecniche P (ex S) o HS (ex A) sono riferite a classi per aree con utilizzi prevalentemente pedonali o ciclabili, strade residenziali, zone adiacenti alla carreggiata come corsie di emergenza, parcheggi, marciapiedi. La scelta se eseguire l'analisi in base agli illuminamenti orizzontali (classi P) o gli illuminamenti emisferici (classi HS) è demandabile alle preferenze del progettista.

Ricapitolando, le categorie P nel prospetto 3 o le categorie HS nel prospetto 4 riguardano pedoni e ciclisti su marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, nonché a strade urbane, strade pedonali, parcheggi, cortili scolastici, ecc.

L'illuminamento medio (E), l'illuminamento minimo (E_{\min}), l'illuminamento emisferico medio (E_{hs}) e l'uniformità generale dell'illuminamento emisferico (U_o) devono essere calcolati e misurati secondo la EN 13201-3 e la EN 13201-4. La zona della strada per la quale si applicano i requisiti dei prospetti 3 e 4 può comprendere tutta la zona della strada, come le carreggiate di strade urbane e gli spartitraffico tra carreggiate, marciapiedi e piste ciclabili.

prospetto 3 **Categorie illuminotecniche P**

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	\bar{E} ^{a)} [minimo mantenuto] lx	E_{\min} [mantenuto] lx	E_{vmin} [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.

prospetto 4 **Categorie illuminotecniche HS**

Categoria	Illuminamento emisferico	
	\bar{E}_{hs} [minimo mantenuto] lx	U_o [minimo]
HS1	5,00	0,15
HS2	2,50	0,15
HS3	1,00	0,15
HS4	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata

4.1.8.4 REQUISITI AGGIUNTIVI

Le categorie illuminotecniche SC (ex ES) sono riferite all'indagine degli illuminamenti semicilindrici. Tali classi sono da impiegare per aree pedonali in cui sia necessario il riconoscimento facciale e il senso di sicurezza quando il progettista le ritiene utili allo scopo di ridurre la criminalità ed eliminare la sensazione di sicurezza.

Le categorie illuminotecniche EV sono riferite all'indagine degli illuminamenti verticali. Tali classi sono da impiegare in quelle situazioni dove sia necessario evidenziare/indagare superfici verticali, ad esempio aree di intersezione o di conflitto tra differenti utenze.

Si precisa che le categorie se nel prospetto 5 sono previste come categorie complementari per le aree pedonali ai fini del miglioramento del riconoscimento facciale e dell'aumento della sensazione di sicurezza. Il valore di $E_{sc, min}$ deve essere valutato su un piano a 1,5 m al di sopra della zona della strada,

Le categorie EV del prospetto 6 sono previste come categorie complementari in situazioni dove è necessario vedere superfici verticali, per esempio nelle zone di intersezione. L'illuminamento semicilindrico minimo ($E_{sc, min}$) e l'illuminamento minimo del piano verticale ($E_{v, min}$) devono essere calcolati e misurati secondo la EN 13201-3 e la EN 13201-4. '

La zona della strada per la quale si applicano i requisiti dei prospetti 5 e 6 può comprendere tutta la zona della strada, come le carreggiate di strade urbane e gli spartitraffico tra carreggiate, marciapiedi e piste ciclabili.

prospetto 5 **Categorie illuminotecniche SC**

Illuminamento semicilindrico	
Categoria	$E_{sc, min}$ [mantenuto] lx
SC1	10,0
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00
SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

prospetto 6 **Categorie illuminotecniche EV**

Illuminamento del piano verticale	
Categoria	$E_{v, min}$ [mantenuto] lx
EV1	50
EV2	30
EV3	10,0
EV4	7,50
EV5	5,00
EV6	0,50

Infine la norma UNI 11248 prescrive che tra aree adiacenti, si dovrebbe evitare una differenza superiore a due categorie di illuminazione "comparabili". Il riferimento alle categorie "comparabili" deriva dal fatto che le zone adiacenti possono essere caratterizzate da categorie di illuminazione di serie diverse (ad esempio, una sezione di strada, di categoria ME, termina in una rotonda, che

richiede requisiti di categoria CE) sulla base di diversi parametri (luminanza per classi ME, illuminamento CE).

Quindi, la UNI 11248 ha identificato le categorie di illuminamento con livello di luce confrontabile. Per esempio, la categoria ME1 è confrontabile a la categoria CE1, la categoria ME5 alla CE5 e S3, etc.

	ME 1	ME 2	ME 3	ME 4	ME 5	ME 6
	MEW 1	MEW 2	MEW 3	MEW 4	MEW 5	
CEO	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5	
			S 1	S 2	S 3	S 4

Tabella 7 Classe di illuminamento con livello di illuminazione simile

4.1.9 ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI E DELLE ROTATORIE, CARATTERISTICHE GENERALI

Una delle novità della norma è una migliore definizione delle zone di conflitto, delle relative griglie di calcolo e parametri di calcolo (Ti) per le illuminazioni a raso:

- In generale si applicano le cat. III. C;
- La categoria in genere è superiore di 1 livello rispetto a quella max ma minore di 2;
- La griglia di calcolo è def. da un reticolo di 3 p.ti su linee longitudinali per corsia

Il calcolo del Ti:

- Va eseguito come da UNI EN 13201-3 e in caso di curvatura di strada si deve tener presente della reale posizione degli apparecchi rispetto all'osservatore
- In caso di livelli sfalsati si deve tener conto della reale posizione e altezza degli apparecchi rispetto all'osservatore

In alternativa si applicano i requisiti della UNI EN 13201-2 relativi alla classificazione dell'intensità luminosa dell'apparecchio

Per le rotatorie, In generale si applicano le cat. III. C e la categoria in genere è superiore di 1 livello rispetto a quella max ma minore di 2. Per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a non illuminate, si deve creare una illuminazione decrescente nella zona di transito fra zona illuminata e zona buia con lunghezza dello spazio percorso alla massima velocità per 3 secondi in corrispondenza della rotatoria.

Griglia e reticolo di calcolo sono preferibilmente circolari centrati sulla rotatoria con:

- linee trasversali spaziate al massimo di 1.5m
- Linee longitudinali (radiali) spaziate in modo tale che l'arco massimo sotteso sia minore di 3m e la spaziatura sia regolare.

Il calcolo del Ti come nel caso d'intersezioni il calcolo è molto complesso secondo EN 13201-3. In alternativa si applicano i requisiti della UNI EN 13201-2 relativi alla classificazione dell'intensità luminosa dell'apparecchio

4.1.10 ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI A RASO LINEARI ED A LIVELLI SFALSATI:

Le intersezioni, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie C, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

- Strade principali (delle quali gli elementi di intersezione vi fanno parte) illuminate: La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla tabella 8. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe M3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria C2.
- Strade principali non illuminate: Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica C1. Si raccomanda di adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione

La norma chiede inoltre di considerare gli aspetti di apparenza diurna e notturna dell'impianto di illuminazione nonché di considerare gli aspetti di confort e limitazione delle emissioni luminose in direzioni non necessarie suggerendo una serie di argomenti.

A questa prima classificazione il progettista applica quella che è definita come "analisi dei rischi", ovvero una valutazione di tutte quelle caratteristiche specifiche dell'ambiente che possono portare ad individuare una diversa categoria illuminotecnica di progetto.

Molti elementi di valutazione e il loro peso in termini di rischi sono presentati nella norma attraverso diverse tabelle e processi decisionali, ma è lasciata anche libertà al progettista di valutare aspetti secondo lui importanti. Al termine di questa analisi, che il progettista deve documentare, si ricava la categoria illuminotecnica di progetto ed eventuali sotto-categorie illuminotecniche di esercizio legate al variare dei flussi di traffico, rispetto alle quali eseguire la progettazione illuminotecnica vera e propria. La normativa UNI11248 e le correlate UNI EN13201/2/3/4 individuano prescrizioni illuminotecniche per tutte le aree pubbliche adibite alla circolazione, destinate al traffico motorizzato, ciclabile o pedonale; definendo per tutte le tipologie specifici parametri di riferimento e di analisi.

4.1.11 VERIFICA DELL'ABBAGLIAMENTO

Qualunque sistema di illuminazione, naturale e/o artificiale, provoca un disturbo, denominato abbagliamento, che si manifesta in termini debilitanti (difficoltà e riduzione delle possibilità di visione) o molesti (fastidio anche senza impedimenti alla visione). Questo fenomeno è dovuto alla luminanza di velo che a sua volta deriva dalla diffusione sulla retina della luce periferica con la conseguente riduzione del contrasto delle immagini che riduce la visibilità degli oggetti e arreca fastidio. La luce che colpisce la retina in visione periferica subisce una diffusione all'interno dell'occhio con una conseguente luminanza di velo sulla fovea, che riduce il contrasto degli ostacoli. La luminanza di velo è data dalla:

$$L_v = \sum_i 3 \cdot 10^{-3} \frac{E_i}{\theta_i^2}$$

La somma è estesa dal primo apparecchio nella direzione di osservazione in avanti fino alla distanza di 500 m in ciascuna fila di apparecchi, e si ferma quando l'apparecchi in quella fila da un contributo alla luminanza di velo che è meno del 2% della totale luminanza di velo prodotta dai precedenti apparecchi nella fila.

La misura dell'abbagliamento debilitante, in presenza di sorgenti di luce nel campo visivo del conducente di un veicolo, valutato come l'incremento percentuale della luminanza che occorre attribuire alla carreggiata per rendere visibile l'ostacolo di riferimento in condizioni di soglia di visibilità, rispetto al valore di luminanza che rende visibile lo stesso ostacolo in assenza delle sorgenti di cui sopra, sempre in condizioni di soglia di visibilità è rappresentata dall'indice TI, detto *incremento della luminanza di soglia*. Il calcolo dell'incremento di soglia f_{TI} (in %) deve essere effettuato con la formula seguente

$$f_{TI} = 65 \frac{L_v}{(L_{iav})^{0,8}} \% \quad \text{dove} \quad L_v = \sum_{K=1}^{n \text{ apparecchi}} L_{vk}$$

$$L_{vk} = 9,86 \cdot \left[1 + \left(\frac{A_y}{66,4} \right)^4 \right] \frac{E_k}{\theta_k^2}$$

per $1,5^\circ < \theta_k \leq 60^\circ$

$$L_{vk} = E_k \cdot \left[\frac{10}{\theta_k^3} + \left[\frac{5}{\theta_k^2} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{A_y}{62,5} \right)^4 \right] \right]$$

per $0,1^\circ < \theta_k \leq 1,5^\circ$

4.1.12 GUIDA VISIVA

Merita infine un ultimo cenno la guida visiva. Questa rappresenta la possibilità per il guidatore di riconoscere agevolmente il tracciato della strada che deve seguire; si ottiene installando i centri luminosi in modo che il loro susseguirsi indichi prospetticamente l'andamento del tracciato stradale.

4.2 CASO STUDIO

4.2.1 IDENTIFICAZIONE DEL CAMPO VISIVO

Le zone da illuminare è la strada consortile denominata Viale delle Industrie, posta nel all'interno del Consorzio per lo Sviluppo Industriale Isernia – Venafro nel Comune di Pozzilli in provincia di Isernia.

In base ai suggerimenti riportati nella norma UNI11248, è stata determinata la categoria illuminotecnica alla quale appartiene la zona da illuminare:

- essendo il tratto interessato da illuminare una strada locale urbana sarà assegnata una categoria illuminotecnica M4.

Nota ora la categoria illuminotecnica, l'allegato C della norma UNI 11248 riporta le prescrizioni illuminotecniche relative ai valori minimi della luminanza e di illuminamento mantenuti, i rapporti di

uniformità, i valori limite di incremento di luminanza di soglia, così come illustrato ai paragrafi precedenti., **assicurando un livello minimo di illuminamento pari a 0,75 cd/m².**

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati in questo tratto stradale saranno realizzati a regola d'arte ed in maniera congruente a tutte le norme tecniche citate nella nel paragrafo 3. Tutti i componenti e i materiali utilizzati saranno forniti di Marcatura CE o altre marcature europee comparabili; gli stessi presenteranno caratteristiche di idoneità all'ambiente di installazione e saranno conformi alle Norme di Legge e ai Regolamenti vigenti di uso generale, in particolare alle Norme CEI e relative varianti in materia di impianti elettrici.

4.2.2 DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI ADOTTATE

Per poter ottenere le condizioni di luminanza e di illuminamento desiderate per la zona interessata dagli interventi previsti in progetto, che come detto rientra nella categoria illuminotecnica **M4**, si è optato per l'utilizzo di 118 punti luce lungo la strada denominata **Viale delle Industrie**

I corpi illuminanti saranno installati sui pali in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025, laminato e zincato a caldo, di forma conica, diritto con sbraccio: lunghezza 8,8 m, diametro base 148 mm, spessore 4,0 mm con sbraccio alto 1,00 m e lungo 1,50 m, per un'altezza totale fuori terra pari a 9,00 m equipaggiati con lampade led di potenza pari a:

Corpo illuminante equipaggiato con LED .

- 77 W/cad

Tali proiettori sono in grado di assicurare un'ottima vita media, parametro importante per ridurre gli interventi di manutenzione ordinaria, ed un'ottima efficienza.

Descrizione	Quantità	Potenza [W]
Armatura a LED per illuminazione stradale, applicabile su testa palo con corpo e copertura in alluminio pressofuso. "Viale delle industrie"	96	77
Armatura a LED per illuminazione stradale, applicabile su testa palo con corpo e copertura in alluminio pressofuso. "Viale delle industrie"- INTERVENTO DI RELAMPING PALI DI ILLUMINAZIONE EISTENTI	22	77

Per far sì che gli apparecchi illuminanti possano svolgere al meglio il "compito visivo" si è scelta la disposizione riportata nella planimetria allegata alla presente ed un orientamento della lampada tale da sfruttare al meglio l'intensità luminosa emessa dall'apparecchio senza incorrere nel rischio di abbagliamento per i conducenti dei veicoli in transito lungo la via.

Tale soluzione progettuale, che garantisce elevate prestazioni di carattere gestionale (semplicità di funzionamento ed esercizio dell'impianto), manutentivo (la manutenzione può essere effettuata senza disturbare il traffico) e dal punto di vista energetico (i corpi illuminanti a Led consumano molto meno rispetto ad apparecchi tradizionali ed hanno una vita media molto più lunga), è stata valutata

cercando di minimizzare i costi, semplificare l'installazione e quindi aumentare i benefici attesi dall'impianto d'illuminazione.

Di fatto l'adozione dei sistemi a LED è preferibile in quanto i consumi energetici derivanti ed i costi manutentivi vengono abbattuti notevolmente (vista l'aspettativa di vita dei led dalle 4 alle 7 volte superiore a quella di lampade SAP).

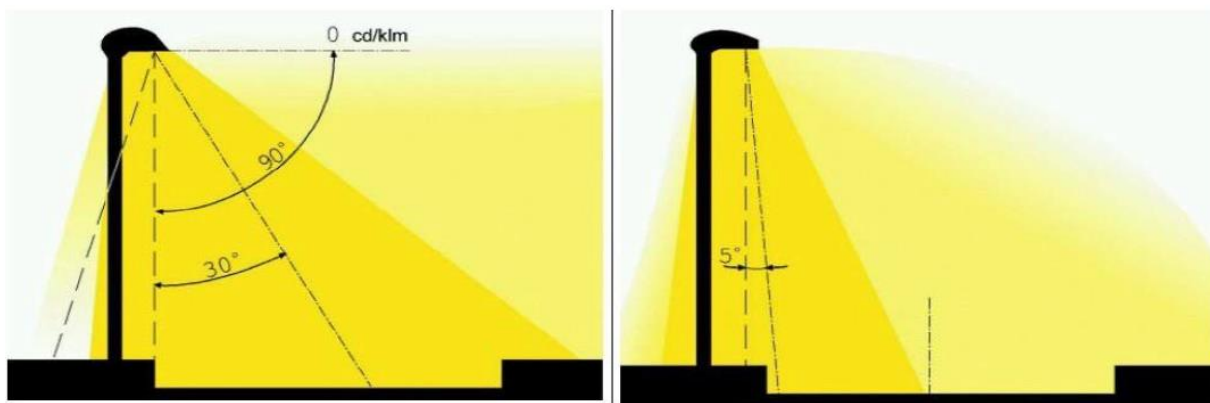
Il principale intervento che caratterizza il presente progetto è relativo alla sostituzione delle lampade censite dell'impianto di illuminazione stradale esistente lungo Viale delle Industrie, e, a completamento, l'installazione di nuovi corpi illuminanti ed annessi corpi pali lungo la suddetta via.

La scelta della tipologia di lampada da adottare deriva da un'analisi tecnica e normativa delle tipologie di lampade presenti sul mercato e dell'analisi della situazione esistente nel nucleo industriale e nel contesto circostante.

La scelta di un apparecchio sbagliato condiziona notevolmente l'installazione, obbligando a scelte progettuali che non permettono di rispettare le indicazioni richieste dalle vigenti norme.

Ad esempio, un apparecchio ad alte prestazioni oltre a permettere elevate interdistanze fra un apparecchio e l'altro (che può arrivare talvolta sino a 5 volte l'altezza del sostegno dell'apparecchio) riesce inoltre a "spingere" adeguatamente il flusso luminoso anche in direzione trasversale lungo il piano C-90 tale da permettere di illuminare adeguatamente l'intera larghezza della carreggiata.

Nella figura successiva è riportato un apparecchio con le caratteristiche enunciate con apparecchio a vetro piano orizzontale (che permette di emettere una intensità luminosa massima di 0 cd/klm a 90° ed oltre) e fascio luminoso asimmetrico inclinato mediamente di 25/30° gradi.



Apparecchio che illumina adeguatamente tutta la carreggiata lungo la direzione trasversale con fascio luminoso inclinato di 25/30°

La ridotta inclinazione del fascio luminoso non permette di spingere il fascio oltre metà della carreggiata

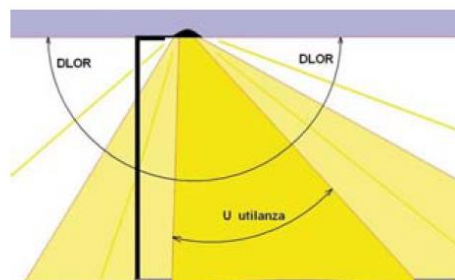
Le analisi effettuate con modelli di calcolo normati e con software illuminotecnici professionali, hanno portato alla scelta dell'utilizzo di lampade a tecnologia LED nella sostituzione di n. 22 apparecchi illuminanti esistenti) ed all'installazione di n.96 nuovi corpi illuminanti ed annessi pali.

Questa scelta è stata dettata sia per rispondere adeguatamente alle normative vigenti nel campo illuminotecnico che per ottenere dei risparmi energetici rilevanti.

Definendo il Fattore di utilizzazione o utilanza (u): la quota parte di energia illuminante la sede stradale e la parte marciapiedi sul totale dell'energia illuminante uscente dall'apparecchio è possibile definire il valore stimato di tale parametro rispetto ad apparecchi nuovi della tipologia SAP e LED, e dalla valutazione del livello del mantenimento del flusso, anche per apparecchi datati.

La scelta della tecnologia adeguata al raggiungimento degli obiettivi prefissati sotto il profilo prestazionale è correlata alla valutazione degli indicatori di efficienza di un impianto di pubblica illuminazione.

Tipo di Apparecchio	U Utilanza
Apparecchi SAP nuovi	0,55
Apparecchi SAP di 10 anni fa	0,35
Apparecchi LED	0,7



valori di utilanza per alcune tipologie di apparecchi	raffigurazione dei parametri u e DLOR
---	---------------------------------------

Inoltre, dalla tabella seguente è possibile verificare la convenienza dell'utilizzo delle lampade a LED rispetto alle SAP sotto il profilo tecnico-economico:

tipologia	Vapori di sodio ad alta pressione	LED
Potenza assorbita [W]	50÷1.000	20÷100
Efficienza luminosa [lm/W]	60÷110	70÷90
Temperatura di colore [K]	2.000÷2.500	2.500÷6.000
Indice di resa cromatica	30÷70	30÷100
Durata di vita media [ore]	5.000÷20.000	50.000÷100.000
Dispositivo di accensione	presente	non presente
Tempo di accensione [min]	3	immediato
Tempo di riaccensione [min]	15	immediato

Differenze tecnico prestazionali delle lampade LED e SAP

In definitiva, nell'ottica di dotare l'impianto della migliore tecnologia nelle parti di esso che comportano la sostituzione in toto di apparecchiature e corpi illuminanti esistenti e l'installazione di nuovi corpi con annessi pali, la scelta si è orientata al modulo Led con i requisiti minimi ambientali previsti dalla norma. (Per informazioni più dettagliate riguardanti questi aspetti si rimanda al capitolo 9- CRITERI C.A.M.)

Dal punto di vista dei criteri d'installazione, vale la pena sottolineare che:

- le lampade LED della stessa potenza richiedono una corrente di alimentazione costante;

- l'alimentatore per LED ha il compito di mantenere e controllare con precisione la corrente che circola nel circuito;
- la lunghezza e la sezione dei cavi non sono parametri critici perché, come indicato, la corrente è costante e ha in generale valori molto bassi (dell'ordine dei 350÷700 mA);
- l'uscita degli alimentatori è in corrente continua stabilizzata, quindi non esiste alcuna emissione elettromagnetica: per questo i cavi possono essere di lunghezze considerevoli, fino a 20÷30 m;
- eventuali perdite lungo la linea vengono automaticamente compensate dall'alimentatore.

Naturalmente tale tecnologia Led è adottata da diverse case costruttrici ed in commercio esistono una serie di prodotti con caratteristiche più o meno performanti.

Nei calcoli illuminotecnici si sono presi a riferimento i prodotti a Marchio "NERI Spa", in quanto tali lampade soddisfano ampiamente i requisiti minimi di seguito riportati.

- I dati progettuali di seguito riportati sono estrapolati dai Criteri Ambientali Minimi (Supplemento ordinario n. 333 alla Gazzetta Ufficiale). I moduli LED devono raggiungere alla potenza nominale di alimentazione le seguenti caratteristiche:

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
≥ 95	≥ 110

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 6

4.2.3 COMANDO E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Ogni lampada, come descritta al paragrafo precedente, sarà dotata di alimentatore dimmerabile DALI, collegato con modulo di gestione in radiofrequenza. Tali moduli saranno gestiti dalla centralina di controllo installata presso il quadro edificio consorzio. Nella sede consortile, a completamento, sarà installata la postazione PC con a bordo il sistema di supervisione SCADA necessario alla gestione degli impianti che consentirà di implementare tutti gli scenari necessari come ad esempio:

- accensione automatica;
- dimmerazione Automatica

Con tale soluzione l'operatore potrà monitorare continuamente l'impianto allo scopo di determinarne le condizioni (funzionante o guasto) e/o la modalità operativa (automatica, manuale o spenta). Infatti i dispositivi saranno controllati da sensori e funzioneranno in modo automatico, in base a soglie predefinite.

È quindi utile che l'operatore sia in grado di comandarli a distanza. Queste funzioni di sorveglianza, comando e controllo e archiviazione dei dati sono spesso riunite in un unico sistema: il sistema di supervisione, controllo e acquisizione dei dati.

Per specifiche dettagliate sul sistema di comando, controllo e funzionamento si rimanda al paragrafo 8.

5 DISTRIBUZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

5.1 DISTRIBUZIONE GENERALE

L'energia elettrica sarà derivata dall'impianto di illuminazione stradale esistente.

Dati dell'alimentazione elettrica

Punti di consegna:	Quadri elettrici esistenti
Linea di alimentazione in uscita:	FG16(O)R16
Tensione nominale:	400 V
Frequenza nominale e massima variazione:	50 Hz

Per ogni palo sarà derivata la nuova linea di alimentazione dei punti luce con **morsettiere dedicate**. Tale linea sarà costituita da un cavo di sezione adeguata del tipo FG16(O)R16 e sarà infilata all'interno di una tubazione in materiale plastico interrata del tipo flessibile, a doppia parete isolante, corrugato esternamente e liscio internamente, conforme norme CEI EN 50086.

Il dimensionamento delle condutture del sistema di distribuzione sarà eseguito nel rispetto delle norme CEI 11-17 e CEI 64-8, relativamente alla protezione dalle correnti di sovraccarico e di cortocircuito ad alla protezione contro i contatti indiretti, e considerando le portate dei cavi elettrici desunte dalle tabelle CEIUNEL.

5.2 CAVI

I cavi impiegati dovranno essere contrassegnati dal Marchio Italiano di Qualità e dovranno rispettare i colori distintivi dei conduttori secondo le tabelle CEI - UNEL. Nelle cassette e nei pozzetti di derivazione e nei quadri i conduttori dovranno essere marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore.

I conduttori da utilizzare saranno:

TIPO DI POSA	TIPO DI CAVO	CARATTERISTICHE
Posa all'interno o all'esterno (anche interrata)	FG16(O)R16	Cavo isolato con gomma etilenpropilenica, sotto guaina di PVC, con conduttore flessibile di rame rosso ricotto, non propaganti l'incendio, tensione nominale 0,6/1kV.

La scelta del cavo dovrà essere fatta in modo che entrambe le correnti I_z (portata del cavo) e I_n (corrente nominale dell'interruttore automatico adatto a proteggere il circuito) siano superiori o almeno uguali alla corrente di impiego I_B .

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

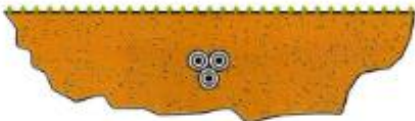





La sezione dovrà essere almeno 1,5 mm² per i cavi di energia e 0,5 mm² per i cavi di comando e segnalazione; se questi ultimi sono destinati ad apparecchiature elettroniche la sezione minima è di 0,1 mm² (Norma CEI 64-8/5).

Inoltre la sezione del cavo dovrà essere tale da contenere la caduta di tensione entro i limiti ammessi, tenuto conto della lunghezza del circuito.

5.2.1 CADUTA DI TENSIONE

Il flusso luminoso di una lampada diminuisce con la tensione; sarà quindi opportuno contenere la caduta di tensione entro i valori ammessi. La norma CEI 64-8 richiede che la caduta di tensione in qualunque punto dell'impianto non superi il 4% della tensione nominale, mentre, per gli impianti di illuminazione pubblica la norma CEI 64-8/7 SEZ. 714 ammette una caduta di tensione massima del 5%.

Tabella A – Tipi di posa dei cavi interrati secondo la norma CEI 11-17.

<p>L Cavi armati, direttamente interrati senza protezione meccanica supplementare</p>	
<p>M Cavi direttamente interrati con protezione meccanica supplementare</p>	
<p>N Cavo in tubo interrato</p>	
<p>O Cavi in condotti</p>	
<p>P Cavi in cunicolo affiorante</p>	
<p>Q Cavi in cunicolo interrati</p>	

5.3 TIPO DI POSA, DERIVAZIONI E GIUNZIONI

I conduttori o cavi saranno posti:

- Nelle tubazioni esistenti in PVC interrate del tipo flessibile serie pesante (a doppia parete) al fine di non effettuare nuovi scavi che potrebbero compromettere lo stato esistente dei sottoservizi

Nel cavidotto sarà posato il conduttore di terra in cavo FS17 di sez. 50 mmq per l'impianto di terra dei pali. A tale cavo saranno collegati i dispersori di terra nei pozzetti e quindi i pali, come di seguito descritto. Per ogni circuito, le armature saranno collegate in entra-esce sulla morsettiera, e poi ogni lampada sarà collegata alternativamente su una delle tre fasi, in maniera da non creare squilibri tra le fasi stesse. L'alimentazione avverrà tramite morsettiera di connessione multipolare in classe II collocata nell'alloggiamento predisposto con transito nella

medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita dei cavi dalla morsettiera alla lampada sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro, attraverso una fusibiliera, con cavo FG16OR16 0,6/1 kV di sezione 2x2,5 mmq. Eventuali derivazioni saranno effettuate utilizzando muffole, posate esclusivamente in pozzetti di derivazione, che manterranno il grado di isolamento richiesto. Va sottolineato come la scelta di utilizzare conduttori multipolari costituisce un miglioramento sostanziale della efficienza e della robustezza dell'impianto. Questo perchè utilizzando cavi e morsettiere multipolari si evitano la gran parte dei giunti e delle derivazioni, utilizzando il collegamento entra-esce su tutti i pali.

5.3.1 PRESCRIZIONI PARTICOLARI (TUBAZIONI, CAVI, PALI)

5.3.1.1 *POSA DEI CAVI*

I cavi interrati potranno essere posati:

- direttamente nel terreno;
- entro tubi;
- in condotti o cunicoli.

I cavi interrati devono essere muniti di guaina. La guaina serve per proteggere le anime del cavo dalle sollecitazioni meccaniche durante la posa soprattutto a preservarle dal contatto con l'acqua.

Sono adatti per posa interrata, diretta in tubo, oppure in condotto o cunicolo, cavi con tensione nominale 0,6/1kV, del tipo FG16OR16

Posa direttamente interrata - I cavi posati direttamente nel terreno devono essere posti ad una profondità di almeno 0,5m e avere una protezione meccanica supplementare che serve anche ad evidenziarne la presenza. La protezione meccanica supplementare non è richiesta per i cavi con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,8mm, che dovranno essere comunque posati alla profondità minima di 0,5m.

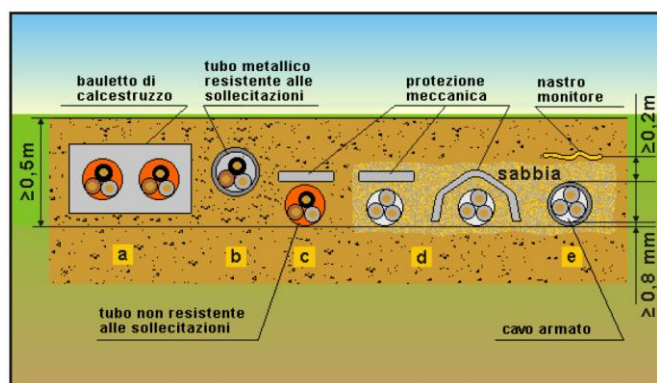
Posa entro tubazione interrata - Le tubazioni isolanti devono essere sempre posate ad una profondità di almeno 0,5m, anche se di tipo pesante, con una protezione meccanica supplementare. Non è richiesta una profondità minima di posa se il cavo sarà posto entro un tubo protettivo che resista ai normali attrezzi da scavo.

Posa in condotto interrato - Per condotto si intende un manufatto di tipo edile, apribile o non apribile, a uno o più fori, prefabbricato o gettato in opera. Per i condotti non è richiesta una profondità minima di posa

Pozzetti e raggi di curvatura - Il raggio minimo di curvatura dei cavi senza rivestimento metallico deve essere

almeno di 12D, dove D è il diametro esterno del cavo. Per i cavi con rivestimento metallico il limite sale a 14D. Il raggio minimo di curvatura può essere ridotto su precisa indicazione del costruttore del cavo stesso. Lungo la tubazione devono essere predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi, dei cambi di direzione, ecc. in modo da facilitarne la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per riparazioni, o ampliamenti. I pozzetti devono avere dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso.

I chiusini dei pozzetti devono essere di tipo carrabile se ubicati su strada o passi carrai. Durante l'infilaggio, la forza di tiro deve essere esercitata sui conduttori e non sull'isolante del cavo; inoltre per evitare di danneggiare il cavo, è opportuno che non superi 60N/mm².



- Modalità di posa dei cavi interrati - la profondità minima di posa non deve essere inferiore a 0,5 m dal suolo.
a) In polifora di calcestruzzo - b) In tubo resistente alle sollecitazioni - c) In tubo con protezione meccanica supplementare -
d) Direttamente interrato in letto di sabbia con protezione meccanica aggiuntiva e) Cavo armato posato direttamente in un
letto di sabbia con aggiunta di nastro monitor.

5.3.1.2 DISTANZE DI RISPETTO DEI CAVI INTERRATI

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto.

Per gli attraversamenti di ferrovie, tranvie, filovie, strade statali o provinciali si rinvia alla norma CEI 11-17.

Distanza dai cavi di telecomunicazione - Nell'incrocio tra cavi di energia e di telecomunicazione direttamente interrati, la distanza deve essere di almeno 0,3 m; il cavo posto superiormente deve essere protetto per la lunghezza di 1m. La protezione deve essere realizzata con cassetta, oppure in tubo, preferibilmente in acciaio zincato o inossidabile, di spessore almeno 2mm.

Ove per giustificati motivi tecnici non sia possibile rispettare la distanza minima di 0,3m la protezione deve essere applicata anche al cavo posto inferiormente.

Se uno dei due cavi è posto entro tubazione ed è possibile sostituire il cavo senza effettuare scavi (cavo sfilabile), non è necessario rispettare le prescrizioni di cui sopra.

Nei parallelismi tra cavi di energia e di telecomunicazione, la distanza in pianta deve essere almeno 0,3m.

Quando non è possibile rispettare questa distanza, occorre installare una protezione supplementare (tubo o cassetta metallici) sul cavo a quota superiore; se la distanza è inferiore a 0,15m, la protezione va installata su entrambi i cavi.

Cavi di energia e di telecomunicazione possono essere posati in fori separati della medesima polifora, ma devono far capo a pozzetti indipendenti o ad uno stesso pozzetto provvisto di setti separatori.

Se i cavi di energia e di telecomunicazione sono posati entro tubazioni, cavidotti, o cunicoli, non sono richieste particolari distanze di rispetto o protezioni. Di regola i cavi di energia vengono disposti al di sotto dei cavi di telecomunicazioni.

Distanza dalle tubazioni metalliche diverse dai gasdotti - Un cavo di energia direttamente interrato, che incrocia una tubazione metallica, deve essere posto ad una distanza di almeno 0,5m dalla tubazione stessa. Tale distanza può essere ridotta a 0,3m se il cavo, o il tubo metallico, è contenuto in un manufatto di protezione non metallico, oppure se nell'incrocio viene interposto un elemento separatore anch'esso non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo o di materiale rigido isolante (la protezione deve estendersi per almeno 30cm oltre la zona di sovrapposizione - incrocio).

Le eventuali connessioni sui cavi direttamente interrati devono distare almeno 1m dal punto d'incrocio con la tubazione metallica, a meno che non siano attuate le misure di protezione suindicate. Nei parallelismi, la distanza in pianta tra cavi e tubazioni metalliche, o tra eventuali manufatti di protezione, deve essere almeno 0,3m.

Previo accordo fra gli esercenti le condutture, la distanza in pianta tra cavi e tubazioni metalliche può essere minore di 0,3m se la differenza di quota è superiore a 0,5m o se viene interposto fra cavo e tubazione un elemento separatore non metallico.

Distanza dai serbatoi di fluidi infiammabili - I cavi di energia direttamente interrati devono distare almeno 1m dalle superfici esterne di serbatoi interrati contenenti liquidi o gas infiammabili.

Distanza dai gasdotti - Quando i cavi sono direttamente interrati, le distanze di rispetto dalle condotte del gas sono le stesse prescritte per le tubazioni metalliche riportate in precedenza.

Se i cavi sono posati entro tubo o condotto le distanze di sicurezza dai gasdotti sono stabilite dal DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

Nota: Il gas naturale è una miscela di gas composto principalmente da metano e da piccole percentuali di idrocarburi; la sua densità rispetto all'aria è inferiore a 0,8. Gas con densità superiore a 0,8 sono derivati del petrolio come ad esempio il GPL (Gas Propano Liquido). Le reti di distribuzione di gas con densità non superiore a 0,8 e pressione massima di esercizio 5 bar sono oggetto della norma UNI-CIG 9165 "Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar".

Le condotte di gas naturale (densità < 0,8) sono suddivise in 7 specie, secondo la pressione massima di esercizio, tabella 2.A.

TABELLA 2.A - Specie della condotta di gas in relazione alla pressione (p) massima di esercizio	
SPECIE DELLA CONDOTTA	PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO (bar)
1a	24 < p
2a	12 < p ≤ 24
3a	5 < p ≤ 12
4a	1,5 < p ≤ 5
5a	0,5 < p ≤ 1,5
6a	0,04 < p ≤ 0,5
7a	p ≤ 0,04

Nei centri abitati le condotte del gas sono generalmente a pressione inferiore a 5bar e sono quindi di 4a, 5a, 6a, 7a specie.

La specie della condotta del gas non è riconoscibile a vista, occorre pertanto chiedere informazioni alla società che gestisce l'impianto. Negli incroci, la distanza delle condutture elettriche dalle condotte di gas di 4a e 5a specie, superiori o inferiori, deve essere almeno 0,5m.

Se non è possibile rispettare la distanza di 0,5m, negli incroci devono essere interposti, fra condotta del gas e condutture elettriche, elementi separatori non metallici, come ad esempio lastre di calcestruzzo, di PVC, prolungati da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno 1m nei sovrappassi e 3m nei sottopassi. La riduzione della distanza deve comunque essere concordata con il proprietario o concessionario

della condotta di gas.

Le distanze di rispetto negli incroci verso le condotte di 6a e 7° specie devono essere tali da consentire interventi di manutenzione su entrambe.

Nei parallelismi si consiglia di posare le condutture elettriche alla maggior distanza possibile dalla condotta del gas. La distanza tra le condotte di gas di 4a e 5a specie e la conduttura elettrica deve essere almeno

0,5m.

Nel caso non sia possibile rispettare tale distanza minima, possono essere concordate riduzioni con i proprietari, o concessionari del servizio, ma devono comunque essere interposti diaframmi di separazione continui in materiale non metallico. Non sono prescritte distanze di rispetto fra condotte di 6a e 7a specie e condutture elettriche, ma la distanza deve essere tale da permettere interventi di manutenzione, come negli incroci.

Nella pagina precedente viene riportata, a titolo meramente esplicativo, in figura un esempio di posa degli impianti tecnologici sotterranei in area urbana sotto marciapiede di larghezza minima 3m (Norma CEI 11-47).

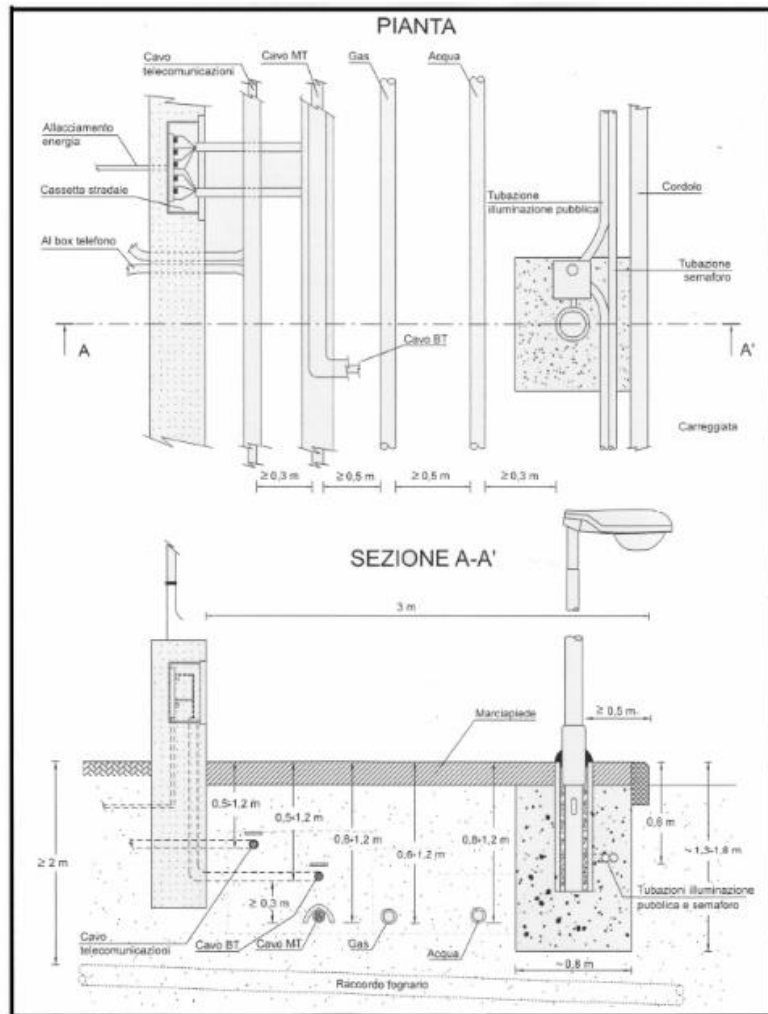
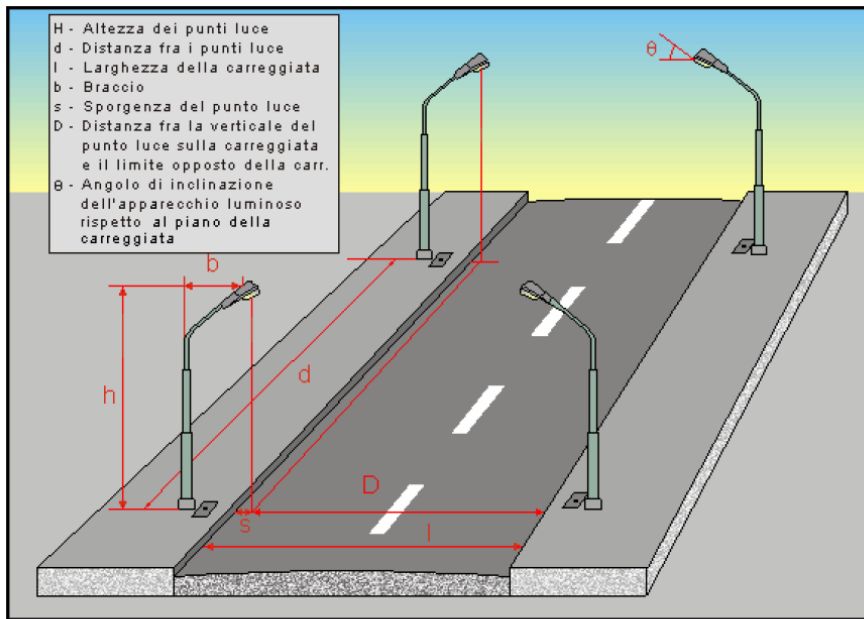


Figura - Posa di impianti tecnologici sotterranei sotto marciapiede di larghezza pari a 3m

5.3.1.3 POSIZIONE DEI PALI

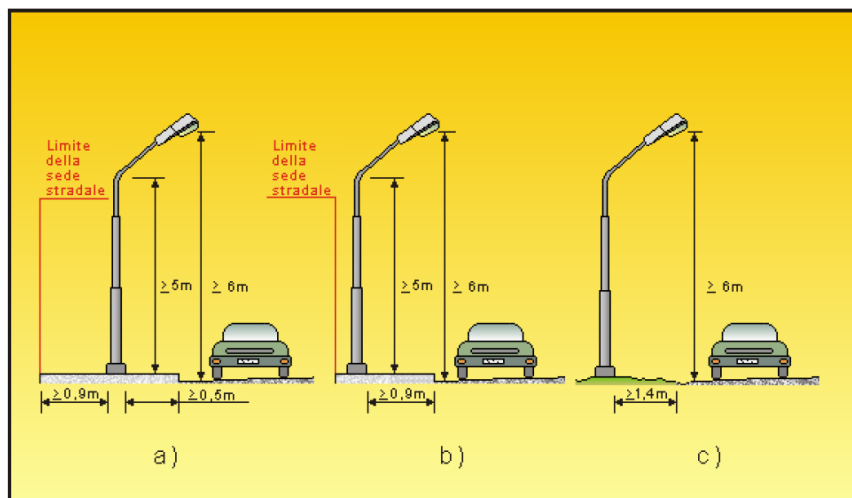
I pali devono essere ubicati in modo da non arrecare intralcio alla circolazione e non formare barriere architettoniche.



Dimensioni caratteristiche di un impianto di illuminazione stradale

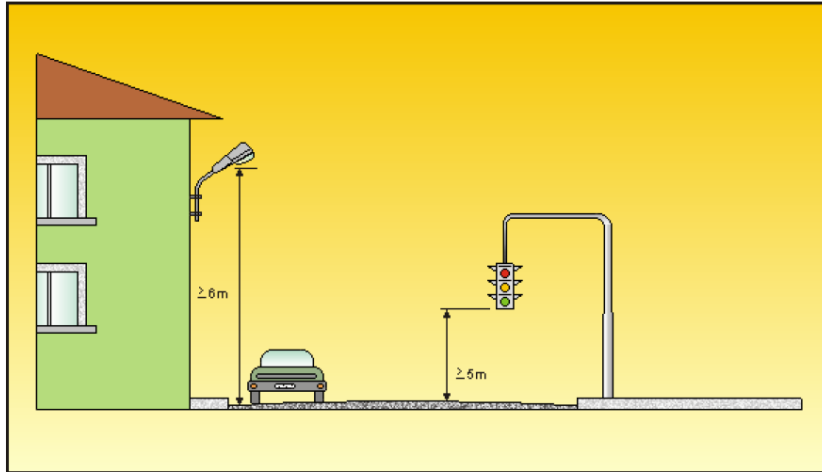
Nelle strade urbane i pali devono essere ubicati a 0,5m dal limite della sede stradale (Norma CEI 64-8/7 sez.714 Art. 3.6.1).

Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a rotelle, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90cm secondo quanto specificato dal DM 14 giugno 1989 n.236 (art. 8.2.1)



– a) strada urbana con marciapiede b) strada urbana con marciapiede di larghezza limitata
c) strada extraurbana o urbana senza marciapiede

L'altezza minima sulla carreggiata dell'apparecchio di illuminazione non deve essere inferiore a 6m; un'altezza inferiore, fino ad un minimo di 5m, è ammessa esclusivamente per le lanterne semaforiche.

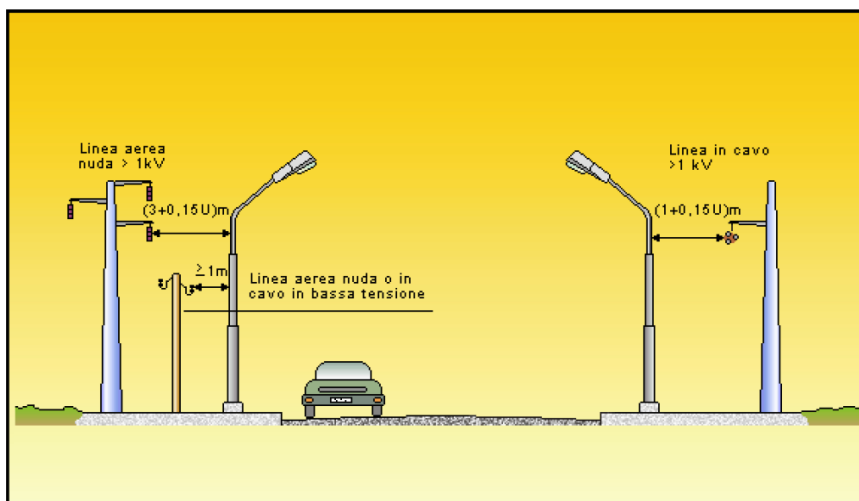


- Installazione di punto luce a parete a causa di marciapiede di dimensioni insufficienti e altezza minime dal piano della carreggiata di gruppo semaforico

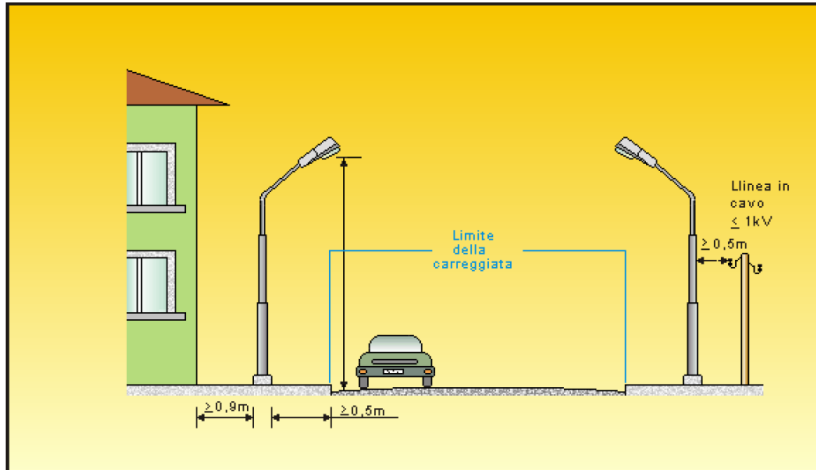
La distanza di rispetto tra centri luminosi ed i conduttori nudi delle linee elettriche aeree di bassa tensione deve essere almeno 1m; tale valore è ridotto a 0,5m, se i conduttori sono in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato.

Per tensioni superiori a 1000 V la distanza di rispetto deve essere almeno pari a $(3+0,015 U)$ m in cui U è la tensione di esercizio della linea espressa in kilovolt. La distanza deve permanere anche con catenaria della linea, inclinata di 30° sulla verticale.

Tale distanza può essere ridotta a $(1+0,015 U)$ m se la linea è in cavo aereo.

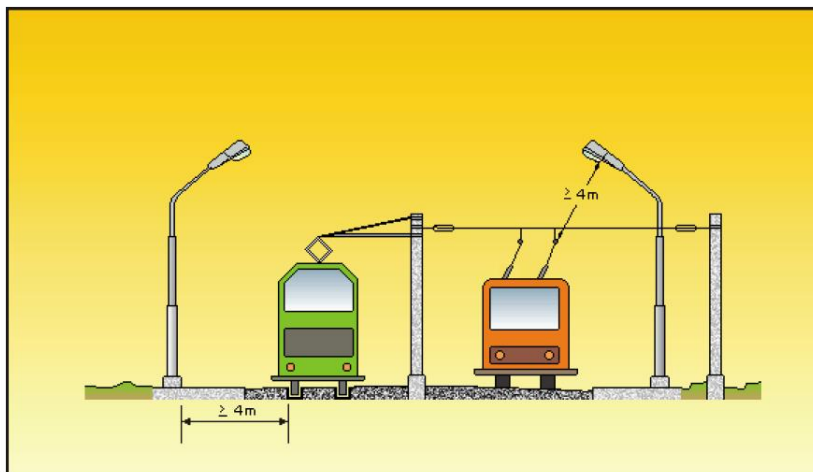


- Distanze di rispetto da altre linee elettriche

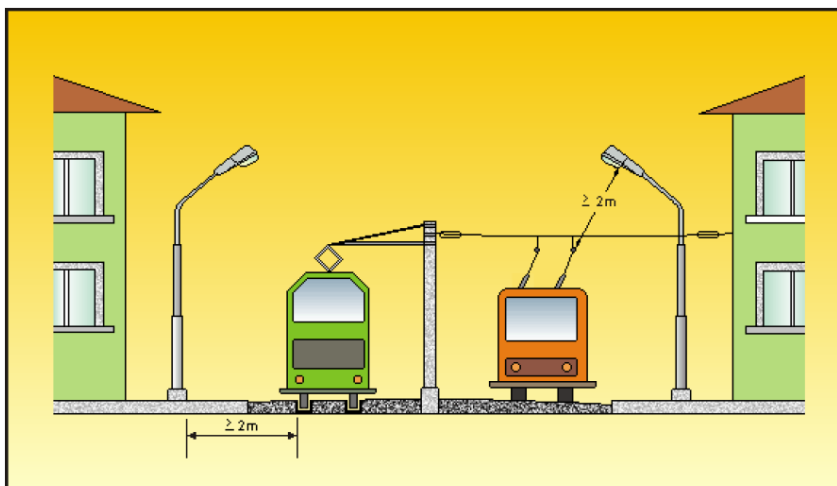


- Se la linea aerea è in cavo ed è installata in un centro abitato la distanza minima può essere ridotta a 0,5 m

La distanza tra i pali e la rotaia più vicina di ferrovie o tranvie fuori dell'abitato deve essere almeno 4m; tale distanza è ridotta a 2m nell'abitato.



- Distanza fra i sostegni e la rotaia o la linea elettrica di contatto più vicina di ferrovie o tranvie fuori dal centro abitato

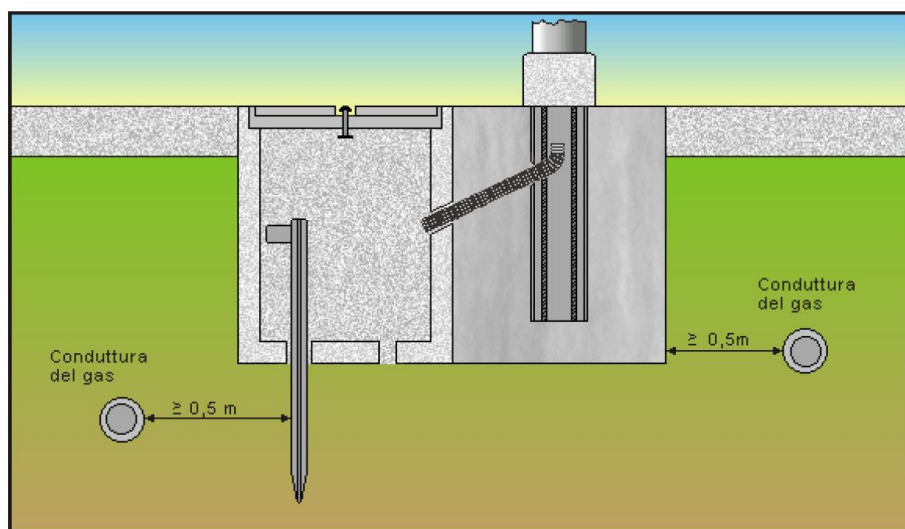


- Distanza fra i sostegni e la rotaia o la linea elettrica di contatto più vicina di ferrovie o tranvie all'interno di un centro abitato

La distanza del centro luminoso dalla linea di contatto di filovie deve essere almeno 4m; ridotta a 2m nell'abitato. I sostegni, le fondazioni e l'eventuale dispersore di terra devono distare almeno 1m dalle condutture del gas metano esercite a pressione <25bar.

Inoltre i centri luminosi devono essere ubicati al di fuori della zona di rispetto dai terminali di sfiato degli impianti di riduzione della pressione del gas metano. Tale zona è rappresentata da un cilindro di raggio 7,5 ed altezza 7,5m dal terminale.

Infine, secondo il DM 24 novembre 1984 le condotte del gas devono essere distanti almeno 0,5 m dall'eventuale dispersore di terra e da sostegni e fondazioni.



- Distanziamenti minimi rispetto alle condotte del gas

6 IMPIANTO ELETTRICO

6.1 INTRODUZIONE

La scelta dei componenti elettrici e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto e le prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

Ogni componente elettrico dovrà:

- essere conforme alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme CEI che lo riguardano. In base ai Decreti Legislativi del 12/11/96 n.615 e 25/11/96 n.626 la rispondenza ai requisiti essenziali delle Direttive 89/336/CEE e 73/23/CEE modificate dalla Direttiva 93/68/CEE dei componenti elettrici d'impianto, ricadenti nel campo di applicazione delle stesse, dovrà essere comprovata dalla presenza della marcatura CE.
- preferibilmente essere munito di marchio IMQ o di altro marchio in conformità alle norme di uno dei paesi della Comunità Economica Europea. In assenza di marchio, di attestato o di una relazione di conformità rilasciata da un organismo autorizzato, ai sensi dell'art. 7 della legge 791/77, dovrà essere dichiarato conforme alle rispettive norme dal costruttore.

Tutti i componenti elettrici, comprese le condutture elettriche, dovranno essere disposti in modo, da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

Tali possibilità non dovranno essere ridotte in modo, significativo a causa del montaggio dei componenti elettrici in involucri od in compartimenti.

6.2 IMPIANTI ELETTRICI ALL'ESTERNO PER ILLUMINAZIONE

Gli impianti all'aperto saranno destinati all'illuminazione; essi saranno realizzati con punti luminosi applicati su pali.

I relativi comandi saranno centralizzati e/o comandati mediante interruttori crepuscolari od interruttori orari. Per la realizzazione degli impianti all'aperto si dovrà fare riferimento la norma CEI 64-8/7 SEZ. 714.

*Si consiglia di alimentare gli impianti all'aperto con un proprio circuito e di installare componenti elettrici aventi un g.d.p. almeno IP43.

6.2.1 TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO E DEI MATERIALI

Tipo di Posa

Tubo esistente in PVC interrato tipo flessibile serie pesante a doppia parete isolante.

Tipo di Cavo

I cavi saranno del tipo FG16OR16.

Giunzioni dei Conduttori

Le giunzioni e le derivazioni del tipo stagno fra conduttori multipolari del tipo FG16R16 potranno essere eseguite:

- all'interno del pozzetto (ispezionabile o sottopalo), complete di apposite morsettiere, nastro agglomerante;

oppure

- nell'apposita morsettiera con fusibili installata all'interno del palo.

In entrambi i casi i componenti dovranno garantire **CLASSE DI ISOLAMENTO II**.

Non sono quindi considerate giunzioni e/o derivazioni quelle eseguite con attorcigliamento e nastratura.

Punti Luce

L'impianto di illuminazione sarà realizzato con apparecchi di illuminazione (con classe di isolamento I) posti

su pali infissi in appositi pozzetti siti nell'area esterna.

Corpi illuminanti

Armatura con tecnologia LED per illuminazione stradale prodotto da Azienda Certificata UNI EN ISO 9001, e normativa UNI 11248, per applicazione con sbraccio su palo h 9 m

fuori terra.

In allegato caratteristiche dei corpi illuminanti proposti.

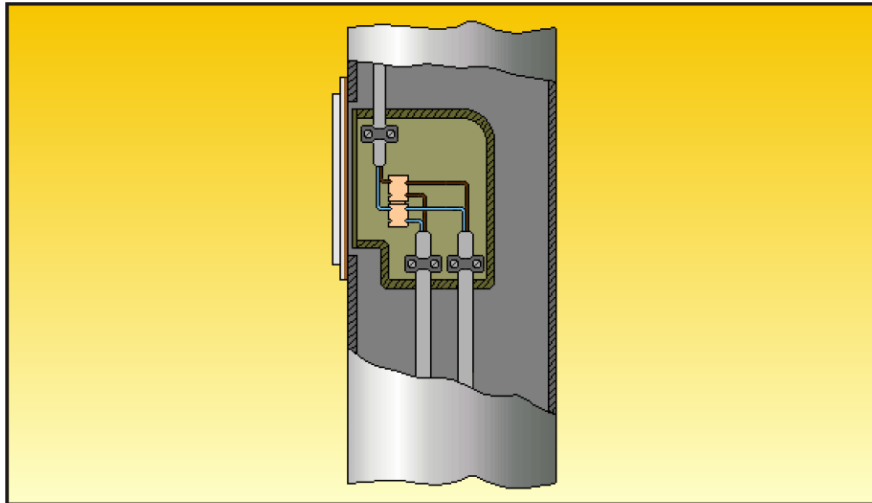


Fig. – Derivazione in entra-esce direttamente nella morsettiera interna al palo

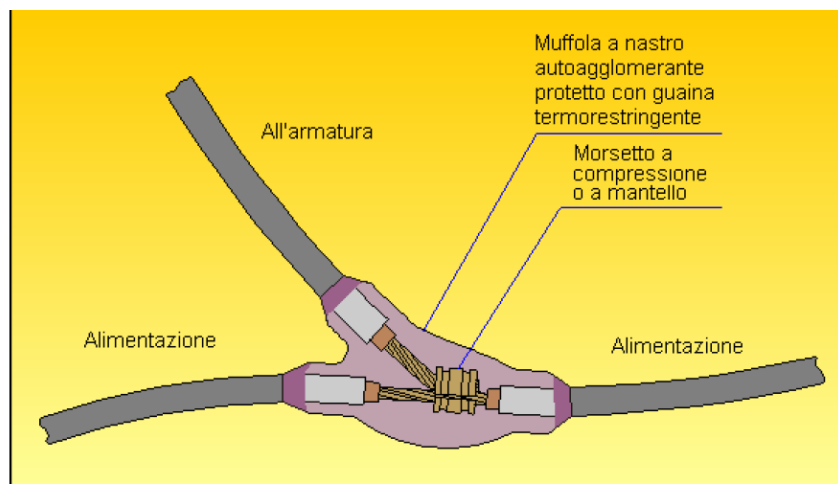


Fig. – Particolare della giunzione nel pozzetto ottenuta mediante morsetto a compressione e nastro autovulcanizzante. Il morsetto a compressione deve garantire dal rischio di allentamento e la giunzione deve ripristinare le caratteristiche di isolamento, resistenza chimica e tenuta all'acqua possedute dal cavo.

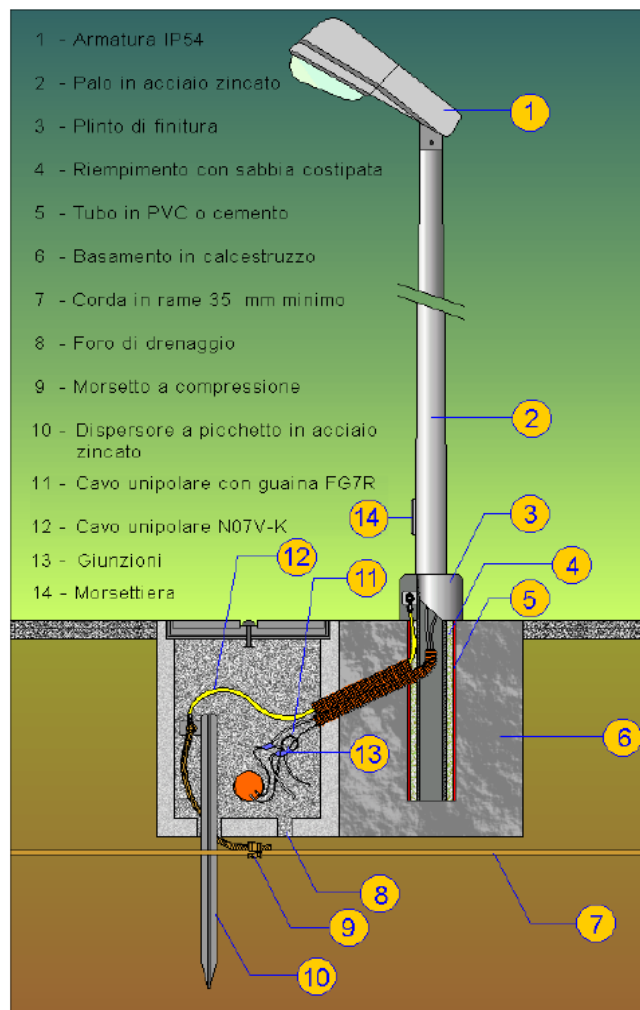


Fig. – Alimentazione con cavo interrato di centro luminoso di classe I. Particolari del basamento di fondazione, del pozzetto di derivazione, delle tubazioni di ingresso dei cavi e dell'impianto di terra.

6.3 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici saranno installati esattamente negli stessi punti in cui ad oggi risultano già posizionati, ed esattamente in corrispondenza della sede del Consorzio per lo Sviluppo Industriale Isernia – Venafro ed in corrispondenza della terza intersezione rotatoria "Taverna" presente lungo la strada Viale delle industrie (in prossimità dello stabilimento UNILEVER).

Data la presenza di insediamenti industriali già alimentati e di altre linee elettriche che attraversano l'area in oggetto, si è ritenuto opportuno scegliere questo posizionamento, ma qualora dovessero subentrare altre problematiche il quadro e il punto di consegna saranno spostati in altra area adeguando tutti i dispositivi e le verifiche, possibilmente utilizzando uno degli altri incroci a raso interessati dall'impianto in esame.

Il quadri elettrici sarà in Classe 2, grado di protezione IP55 e sarà realizzato in vetroresina con piastra di fondo in materiale isolante per il fissaggio delle apparecchiature. Sono stati dimensionati con una caduta di tensione max pari al 4%, ed alla protezione contro i corto circuiti. Saranno realizzati con un interruttore magnetotermici differenziali generali e saranno suddivisi su 3 circuiti dedicati all'illuminazione, suddivisi in base alla disposizione dei pali di

illuminazione, cercando di bilanciare i carichi e le notevoli distanze che interessano il progetto. Infatti nel dimensionamento si è cercato di suddividere le tratte alimentate dallo stesso circuito su lunghezze non troppo grandi in maniera da non avere cadute di potenziale troppo alte e di conseguenza sezioni dei cavi elevate. In questo modo con i carichi ridotti e bilanciati sui vari circuiti, aumenterà la robustezza e l'efficienza del sistema, infatti in caso di guasto non sarà messo fuori servizio l'intero impianto o sarà lasciata senza illuminazione un intero ramo stradale, ma sarà garantita comunque una ridondanza e una minima illuminazione aumentando la sicurezza per gli utilizzatori. Per i calcoli elettrici di dimensionamento si rimanda alla relazione allegata e agli schemi unifilari.

6.4 IMPIANTO DI TERRA RELATIVO ALL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

6.4.1 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra da realizzarsi è finalizzato al collegamento alla stessa terra di tutte le parti metalliche conduttrici e accessibili dell'impianto elettrico (collegamento o messa a terra di protezione).

La messa a terra di protezione, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, ad esempio il relè differenziale, realizza il metodo di "protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione" che è il metodo correntemente utilizzato contro i contatti indiretti.

Scopo dell'impianto di terra, negli impianti utilizzatori alimentati in bassa tensione, è di convogliare verso terra la corrente di guasto, provocando l'intervento del dispositivo di protezione che provvede all'automatica interruzione della corrente di guasto, evitando il permanere di tensioni pericolose sulle masse.

Tutte le masse dell'impianto elettrico non in doppio isolamento devono essere protette contro i contatti indiretti mediante un sistema di dispersione a terra delle correnti di guasto. Le masse esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore devono essere collegate ad un impianto di terra unico.

Tale impianto sarà realizzato in modo da poter verificare le verifiche periodiche ed è costituito dalle seguenti parti principali:

- il dispersore di terra di lunghezza pari a 1,5 metri, posto nei pozzetti dedicati, in corrispondenza di ogni palo di illuminazione
- il conduttore di terra in cavo Fs17 di sez. 50 mmq, che collega tra loro i dispersori e il nodo nel quadro elettrico. Tale corda sarà posata con il cavidotto direttamente a contatto con il terreno;
- il conduttore di protezione che collega direttamente i pali con cavo FS 17 di sez. 16 mmq;

I collegamenti saranno effettuati mediante morsetto a pettine così come riportato negli elaborati grafici allegati.

6.4.2 ELEMENTI COSTITUTIVI L'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra, , è costituito dai seguenti elementi:

- dispersori





I dispersori, costituiti da elementi metallici posati nel terreno, sono caratterizzati da un proprio valore di resistenza ed il loro dimensionamento dipende dal tipo di guasto che devono disperdere a terra; possono essere intenzionali (tubi, profilati, corde metalliche, ecc.) e di fatto (armature di fondazione, tubazioni metalliche dell'acqua, ecc.).

Per la scelta ed il dimensionamento degli elementi dell'impianto di terra valgono le seguenti considerazioni:

6.4.2.1 DISPERSORI

Premesso che nei sistemi TT l'impiego dei soli dispersori di fatto può spesso garantire il raggiungimento di valori più che accettabili della resistenza di terra, la scelta del dispersore più idoneo, valutata anche la morfologia del terreno, può avvenire avvalendosi della Tabella di seguito riportata.

Tab. - Requisiti dell'impianto di terra

Tipo	Figura	Materiale			
		Acciaio zincato a caldo		Rame	
		Spessore (mm)	Sezione (mm ²)	Spessore (mm)	Sezione (mm ²)
Piastra		3	-	3	-
Tondino		-	50	-	35 25 ⁽¹⁾
Conduttore cardato		-	50 ⁽¹⁾	-	35 ⁽¹⁾
Nastro		3	100	3	50
		Spessore (mm)	Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Diametro esterno (mm)
Picchetto massiccio		-	20	-	15 ⁽²⁾
Picchetto tubolare		2	40	3	30
Picchetto profilato		5	50 ⁽³⁾	5	50 ⁽³⁾

(1) Il diametro di ciascun filo deve essere inferiore a 1,8 mm.

(2) Per i soli dispersori a picchetto massiccio è prevista dalla normativa anche la realizzazione in acciaio rivestito di rame con diametro esterno minimo del dispersore di 15 mm.

(3) Dimensione trasversale del profilato (mm).

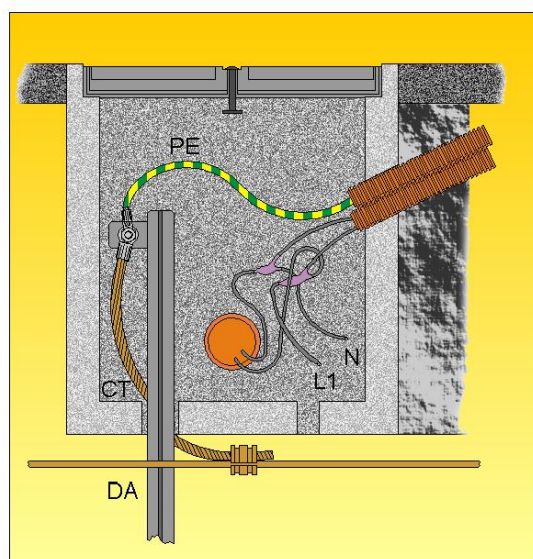


Fig. - Centro luminoso di classe I. Particolare del pozzetto di derivazione

6.4.3 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

La protezione dai contatti **diretti** dovrà essere assicurata mediante:

- isolamento delle parti attive:
 - a) tutte le parti attive devono essere completamente ricoperte con isolamento;
 - b) l'isolamento può essere rimosso solo mediante distruzione dello stesso;
 - c) l'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare alle norme.
- interruttori differenziali con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA; questi sono considerati, per i contatti diretti, come protezione addizionale in caso di insuccesso delle altre misure di protezione;
- involucri o barriere;
- ostacoli (officine elettriche);
- distanziamento.

Per la protezione dai contatti **indiretti** dovrà essere assicurato il coordinamento tra interruttore differenziale e impianto di terra per soddisfare la condizione:

$$R_a \cdot I_a \leq 50$$

dove:

- R_a è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

6.5 MATERIALI

6.5.1 MARCATURA CE DEL MATERIALE ELETTRICO B.T.

I materiali elettrici (o componenti elettrici) installati e utilizzati ad una tensione compresa tra 50V e 1000V in corrente alternata e tra 75V e 1500V in corrente continua devono portare marcatura CE. Sono esclusi

dall'applicazione della direttiva:

- i materiali elettrici destinati ad essere usati in ambienti esposti a pericolo d'esplosione (alle costruzioni Ex si applicano le direttive 76/117, 82/130 e 94/9);
- i materiali elettrici per radiologia e uso clinico (ai dispositivi medici si applica la direttiva 93/42);
- le parti elettriche di ascensori e montacarichi (direttiva 65/16);
- le prese di corrente (prese e spine) ad uso domestico;
- i dispositivi di alimentazione di recinti elettrici;
- i materiali nei riguardi dei disturbi radioelettrici (direttiva 89/336 Compatibilità Elettromagnetica);

- i materiali elettrici speciali, destinati ad essere utilizzati sulle navi e sugli aeromobili e per le ferrovie,
- conformi alle disposizioni di sicurezza stabilite da organismi internazionali, sui partecipano gli stati membri della Comunità Economica Europea;
- i materiali elettrici destinati ad essere esportati fuori dal territorio della Comunità Economica Europea.

Tutti i materiali dovranno avere il marchio di qualità IMQ o equivalente.

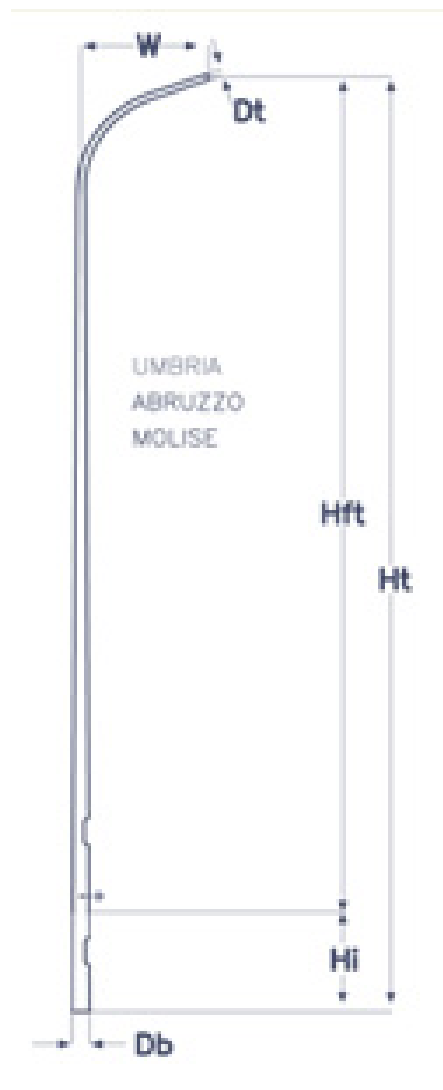
7 PALI E BLOCCHI DI FONDAZIONE

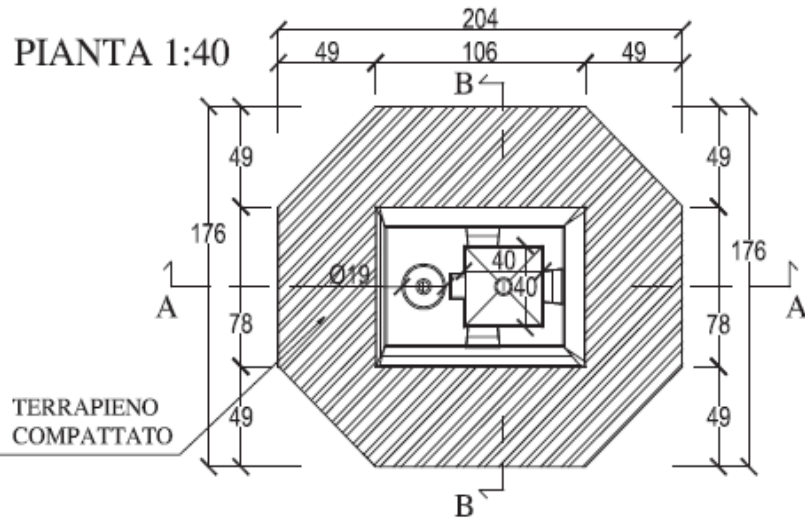
I pali per illuminazione pubblica saranno conformi alle norme UNI-EN 40.

Sarà curato il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata. E' previsto l'impiego di pali d'acciaio secondo norma UNI EN 10025-1, UNI EN 10025-2 e UNI EN 10219, a sezione circolare, forma conica (UNI EN 40-2) saldati longitudinalmente secondo norma UNI EN 1011-1 e UNI EN 1011-2. Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono ed indicati nei disegni di progetto allegati.

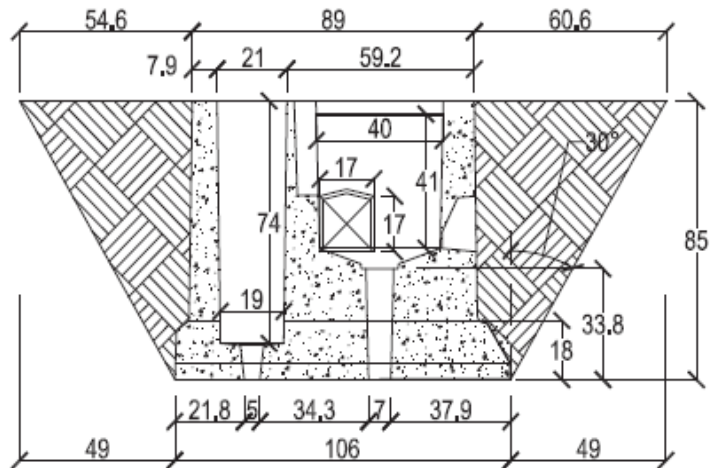
Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) sarà realizzata la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6. I pali saranno collegati all'impianto di terra con cavo tipo FS17 di sez 16 mmq. Per il sostegno dei pali saranno utilizzati blocchi di fondazione prefabbricati con caratteristiche dimensionali e costruttive indicate negli elaborati di progetto allegati. In particolare per i pali di altezza fuori terra pari a 9 m saranno utilizzati blocchi delle dimensioni adeguate secondo tutte le normative tecniche con particolare riferimento alla regione di installazione e alle azioni del vento . Tali blocchi consentiranno una unica installazione comprensiva di foro per palo e pozzetto di derivazione collegato. Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, sarà protetto tramite tubi in PVC flessibile serie pesante, come elaborati grafici allegati.

Di seguito si riporta la scheda tecnica del produttore del blocco prefabbricato

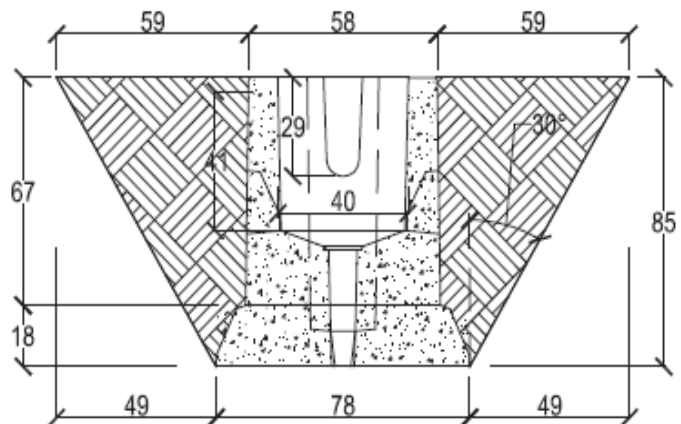




SEZ.A-A 1:25



SEZ.B-B 1:25



CHIUSSINO IN GHISA B125
(Non compreso nel plinto - elemento opzionale)
dim. est. 500x500mm
dim. int. 400x400mm h=35mm



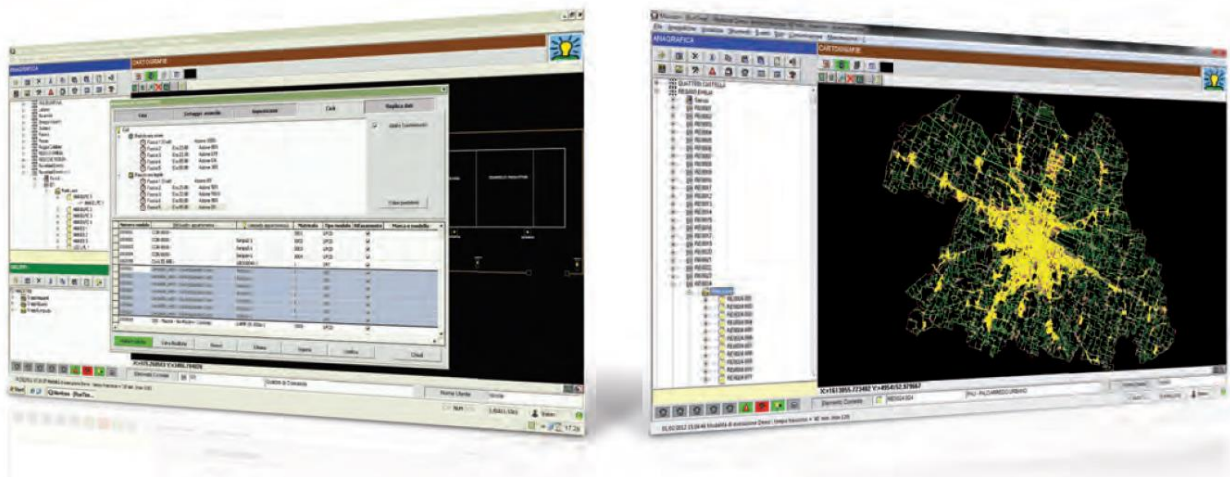
Rif. Cod. ACCG36

Descrizione	
<p align="center">Plinto per palo illuminazione di 10,75 mt altezza max. senza sbraccio e di 9,75 mt altezza max. con sbraccio 2,00 m Dim. base: 106x78 cm; dim. sommità 89x58 cm h.85 cm Azione del vento: ZONA 3, classe di rugosità C, Altitudine < 500m</p>	
PESO PLINTO	KN 9,50
TOT. PESO con palo max 10,80m KN 36,50	
PESO RIEMPIMENTO	KN 25,70
CARATTERISTICHE TECNICHE	
<p>Plinto in cls armato, progettato per sostenere pali d'illuminazione di alt. max 10,75 mt e palo di alt. max 9,75 mt con sbraccio di 2,0 mt con corpo illuminante di peso 0,20 KN. Il palo penetra nel plinto per 0,75 mt restando fuori per max. 10,00 mt. Il plinto PLPI12 ha una dimensione in pianta alla base di 106x78 cm, alla sommità di 89x58 cm e altezza di 85 cm. La forma allargata del plinto permette di contenere le dimensioni</p>	<p>e il peso a 9,50 KN. Una volta messo in opera il peso globale del manufatto sarà di 36,50 KN. Il plinto è composto da n. 1 foro per palo di Ø 21 cm in alto e Ø 19 cm in basso e n. 1 pozzetto dimensioni 40x40x40 cm. Il terreno su cui sarà appoggiato il plinto deve avere una resist. a rottura di 3,20 daN/cm². Il riempimento intorno al plinto spianato e costipato deve essere in materiale tipo arido di p.s. 19 KN/mc.</p>
VOCE DI CAPITOLATO	
<p>Plinto tipo Special Vibro o similari in Calcestruzzo vibrato armato, destinato a sostenere, in opera, pali per l'illuminazione di alt. max 10,75 mt e palo di alt. max 9,75 mt con sbraccio di 2,0 mt con corpo illuminante di peso 0,20 KN. Il plinto PLPI12 ha una dimensione in pianta alla base di 106x78 cm, alla sommità di 89x58 cm e altezza totale di 85 cm con peso di 9,50 KN. Tale manufatto deve avere un peso globale messo in opera di 36,50 KN dopo aver riempito lo scavo con materiale arido avente p.s. non minore di 19 KN/mc spianato e rullato. Nel plinto deve essere presente n.1 foro per palo di Ø21 cm in alto e Ø19cm in basso e n.1 pozzetto dimensioni 40x40x40cm. Tale prefabbricato è conforme alle prescrizioni riportate nella Normativa Tecnica per le Costruzioni del D.M. 17-01-18.</p>	
MATERIALI : CLS C28/35, Acciaio B450C	
Revisione:	Data:
01	19/11/2020
Tavola:	Scala:
PLPI12/01	1:40 - 1:25

8 COMANDO, CONTROLLO E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

In una infrastruttura stradale gli impianti di illuminazione notturna rivestono un ruolo rilevante per la sicurezza degli utenti. L'operatore deve dunque monitorare continuamente gli impianti allo scopo di determinarne le condizioni (funzionante o guasto) e/o la modalità operativa (automatica, manuale o spenta). Infatti i dispositivi sono controllati da sensori e funzionano in modo automatico, come l'illuminazione, in base a soglie predefinite. Altri sono attivati o disattivati in funzione delle condizioni operative. È quindi utile che l'operatore sia in grado di comandarli a distanza. Queste funzioni di sorveglianza, comando e controllo e archiviazione dei dati sono spesso riunite in un unico sistema: il sistema di supervisione, controllo e acquisizione dei dati, solitamente basato su tecnologia SCADA.

Controllo dell'illuminazione con DALI: il "Digital Addressable Lighting Interface" (DALI) è un protocollo



di comunicazione per le applicazioni d'illuminazione negli edifici ed è impiegato per la comunicazione tra i dispositivi di controllo della luce, come i ballast elettronici, i sensori di luminosità o i rilevatori di movimento.

Questo protocollo, indipendente dal produttore, è definito nella norma IEC 62386 e garantisce l'interoperabilità dei dispositivi di controllo negli impianti d'illuminazione a controllo digitale, come i trasformatori e gli attenuatori di potenza. Questo standard sostituisce l'interfaccia del dimmer da 1-10 V, usata di sovente.

DALI massimizza la flessibilità e adatta facilmente il controllo dell'illuminazione (tramite software senza modificare l'hardware) alle nuove condizioni (ad esempio, cambio di destinazione e di configurazione di utilizzo). Anche le luci possono essere assegnate o raggruppate facilmente e senza ricablaggi dopo l'installazione. Inoltre i controllori avanzati DALI possono essere integrati nei sistemi di controllo di livello superiore e incorporati negli impianti di automazione di altre strutture tramite sistemi bus (ad es. KNX, BACnet o MODBUS)

Il sistema interfacerà tutti gli impianti in campo, in particolare gestirà l'impianto di illuminazione. Per l'impianto d'illuminazione il sistema consentirà di monitorare lo stato delle lampade, il loro effettivo funzionamento e, in abbinamento con le sonde di luminanza, sarà possibile dimmerare il flusso luminoso per garantire il giusto apporto di luce per evitare l'abbagliamento nelle zone di ingresso. L'illuminazione delle rotatorie invece, sarà gestita in maniera tale da ridurre il consumo energetico nelle ore notturne dove il traffico veicolare si riduce sensibilmente.

Il sistema sarà configurato con una unità centrale di controllo (PC) sulla quale sarà installato il software SCADA a questa saranno collegati gli switch ethernet per la gestione dei dispositivi in campo. Tutti i dispositivi saranno interfacciati mediante gateway di comunicazione Ethernet/Modbus RS485 (o altro standard di comunicazione implementato sulle interfacce). In questo modo sarà possibile riportare in un unico sistema tutti comandi ed i controlli dell'impianto, sia provenienti dall'impianto d'illuminazione (sonda di luminanza, controllo delle lampade).

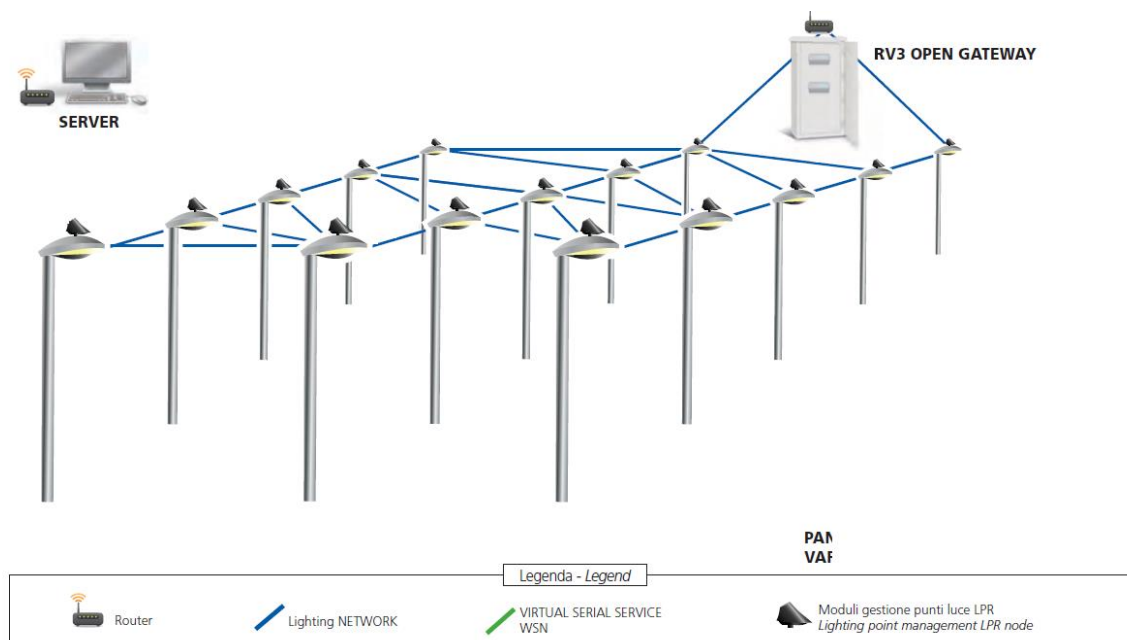
La necessità di affrontare il problema della telegestione nasce da un fatto essenziale, ovvero che gli impianti di illuminazione pubblica, sia nelle zone maggiormente urbanizzate, sia nelle aree extraurbane e nelle gallerie, hanno spesso una grande estensione territoriale e sono caratterizzate

da un elevato numero sia di sorgenti luminose, sia di sostegni, sia di apparecchi di illuminazione e di quadri elettrici.

È evidente che senza un sistema dedicato è complicato, se non ricorrendo ad operazioni di ricerca lunghe e costose, individuare e diagnosticare con esattezza posizione ed entità di eventuali guasti o malfunzionamenti di una parte dell'impianto.

Ancora oggi molto spesso si individuano guasti ed anomalie esclusivamente per effetto di segnalazioni di privati o grazie a ronde organizzate, con un risultato non certo brillante sia in termini di tempestività sia di costi di gestione e di resa del servizio che viene percepito dagli utenti come inadeguato.

L'obiettivo principale di un sistema di telecontrollo e telegestione di impianti di pubblica illuminazione è incentrato sulla capacità attuale delle tecnologie informatiche e telematiche di superare le sopradette difficoltà fornendo ai gestori strumenti efficaci per il monitoraggio degli impianti stessi.



Il sistema di telegestione sarà composto da un insieme di apparecchiature elettroniche, installate all'interno o nei pressi del quadro di comando, in grado di raccogliere dati relativi al funzionamento dell'impianto (valori elettrici, allarmi, ecc), collezionare e registrare gli eventuali dati relativi ai singoli punti luce e trasmetterli al centro di controllo detto anche gateway se svolge la funzione di concentratore; moduli elettronici detti nodi, installati nei pressi della lampada, per raccogliere le misure relative ai punti luce e trasmetterli ai gateway; un singolo PC o un server (anche in cloud) dotato di uno o più canali di comunicazione, in grado di ricevere i dati dai gateway, di fare analisi, presentare dati e inoltrare messaggi (e-mail, sms) ai tecnici reperibili. Il tutto con la possibilità di comandare accensioni e spegnimenti e regolare il flusso luminoso emesso dagli apparecchi.

9 CRITERI CAM

Le apparecchiature installate dovranno rispondere a **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**, e cioè sono i *requisiti ambientali ed ecologici definiti dal Ministero dell'Ambiente volti ad indirizzare le Pubbliche Amministrazioni verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti fornendo indicazioni per l'individuazione di soluzioni progettuali, prodotti o servizi migliori sotto il profilo ambientale.*

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

Questi sono definiti nell'ambito di quanto stabilito dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione e sono adottati con Decreto del Ministro dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del mare.

La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione.

In Italia, l'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L. 221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.Lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.Lgs 56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.

Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell'obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili, "circolari" e nel diffondere l'occupazione "verde".

Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all'esigenza della Pubblica amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa.

Nello specifico, il 18 ottobre 2017 nel supplemento n.333 della Gazzetta Ufficiale sono stati pubblicati i Criteri Ambientali Minimi che le Amministrazioni Pubbliche, ai sensi del D.Lgs 50/2016, debbono utilizzare

nell'ambito delle procedure d'acquisto di:

- sorgenti di illuminazione per illuminazione pubblica
- apparecchi d'illuminazione per illuminazione pubblica
- e nel caso di affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.

Non rientrano nell'oggetto di questo documento:

- pali, strutture di sostegno ed ogni altro tipo di supporto degli apparecchi di illuminazione;
- illuminazione di: gallerie, parcheggi privati ad uso privato, aree private a uso commerciale o
- industriale, campi sportivi, monumenti, edifici, alberi, ecc. (illuminazione artistica).

Nel capitolo 3 di tale documento è richiamata la principale normativa vigente e sono fornite le indicazioni per la preparazione e l'espletamento delle procedure d'acquisto e per l'esecuzione del contratto.

Nel capitolo 4 sono definiti i CAM cioè i criteri ambientali minimi richiesti per le forniture.

In particolare, per quanto riguarda i CAM dell'illuminazione pubblica essi sono articolati in schede separate, ciascuna relativa ad una tipologia di prodotti/servizi:

- **Scheda 4.1:** sorgenti luminose,
- **Scheda 4.2:** apparecchi di illuminazione,
- **Scheda 4.3:** progettazione di impianti.

Le schede 4.1 e 4.2 devono essere utilizzate dalle Amministrazioni per l'acquisizione di sorgenti luminose e alimentatori, o apparecchi di illuminazione da installare in impianti di illuminazione pubblica. La scheda 4.3 deve essere utilizzata dalle Amministrazioni nella progettazione o nell'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica. Tale progettazione deve tener conto dei criteri stabiliti nelle schede 4.1 e 4.2. Le specifiche tecniche devono essere utilizzate dalle Amministrazioni indipendentemente dalle modalità con cui tale progettazione viene affidata e dall'esecutore materiale della stessa.

Le specifiche tecniche definite in ciascuna scheda debbono essere utilizzate sia nelle attività di manutenzione e/o riqualificazione di un impianto esistente, sia in quelle di realizzazione di un nuovo impianto. In ciascuna scheda i CAM sono divisi in 4 sezioni come di seguito indicato:

- requisiti dei candidati (criteri di base): atti a provare la capacità tecnica del candidato ad eseguire il contratto (di fornitura/servizio) in modo da ridurre gli impatti ambientali;
- specifiche tecniche (criteri di base): che definiscono il livello minimo da raggiungere in relazione ai più significativi impatti ambientali dei prodotti/servizio. Questo non esclude che le Amministrazioni pubbliche possano porsi obiettivi più ambiziosi e a questo scopo ad esempio utilizzare i criteri di aggiudicazione definiti in questo documento come specifiche tecniche;
- clausole contrattuali (criteri di base): criteri di sostenibilità che l'appaltatore si impegna a rispettare durante lo svolgimento del contratto;
- criteri premianti (criteri di aggiudicazione): criteri di valutazione dell'offerta cui debbono essere attribuiti, nei documenti della procedura d'acquisto, specifici punteggi. I criteri premianti definiti in questo documento sono atti a selezionare prodotti/servizi più sostenibili di quelli che si possono ottenere con il rispetto dei soli criteri di base di cui sopra.

L'intervento proposto prevede l'installazione di tutte apparecchiature a led in sostituzione di quelle esistenti e l'installazione di copri illuminanti aggiuntivi, l'installazione di regolatori di flusso sia a quadro che puntuali.

Tali apparecchiature rispettano i valori minimi previsti dai CAM per tali componenti che sono indicati di seguito.

9.1 SORGENTI LUMINOSE (C.A.M. CAP. 4.1)-SPECIFICHE TECNICHE

I moduli LED devono raggiungere, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED) le seguenti caratteristiche:

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
≥ 95	≥ 110

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 6 CAP 4.1.3

Inoltre, per evitare effetti cromatici indesiderati, nel caso di moduli a luce bianca ($R_a > 60$), i diodi utilizzati all'interno dello stesso modulo LED devono rispettare una o entrambe le seguenti specifiche:

- una variazione massima di cromaticità pari a $\Delta u'v' \leq 0,0048$ misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 5-step9 sul diagramma CIE 1931.

Per ottimizzare i costi di manutenzione, i moduli LED debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., alla temperatura di funzionamento t_p e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
L_{80} per 60.000 h di funzionamento	B_{10} per 60.000 h di funzionamento

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 7 CAP 4.1.3

in cui:

- L_{80} : Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale
- B_{10} : Tasso di guasto inferiore o uguale al 10%

Gli alimentatori per moduli LED devono avere le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale del modulo LED P [W]	Rendimento dell'alimentatore (%)
$P \leq 10$	70
$10 < P \leq 25$	75
$25 < P \leq 50$	83
$50 < P \leq 60$	86
$60 < P \leq 100$	88
$100 < P$	90

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 8 CAP 4.1.3

Nei casi in cui la fornitura è esclusivamente riferita ai Moduli LED ed è separata da una contestuale fornitura del relativo apparecchio di illuminazione, oltre a quelle già previste dai precedenti criteri, devono essere fornite per i moduli LED le seguenti informazioni:

- dati tecnici essenziali (riferimento EN 62031): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione (o campo di variazione) di alimentazione (V), frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di t_c (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima, classificazione per rischio fotobiologico (se diverso da GR0 o GR1) ed eventuale distanza di soglia secondo le specifiche del IEC TR 62778;
- temperatura del modulo t_p (°C), ovvero temperatura al punto t_p cui sono riferite tutte le prestazioni del modulo LED; punto di misurazione ovvero posizione ove misurare la temperatura t_p nominale sulla superficie dei moduli LED;
- flusso luminoso nominale emesso dal modulo LED (lm) in riferimento alla temperatura del modulo t_p (°C) e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- efficienza luminosa (lm/W) iniziale del modulo LED alla temperatura t_p (°C) e alla temperatura t_c (°C);
- campo di variazione della temperatura ambiente prevista dal progetto (minima e massima);
- Fattore di potenza o $\cos\phi$ per ogni valore di corrente previsto;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60.000 h;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60.000 h;
- indice di resa cromatica (Ra);
- nei casi in cui è fornito insieme al modulo, i parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico (v. criterio 4.1.3.13);
- se i moduli sono dotati di ottica, rilievi fotometrici, sotto forma di documento elettronico (file standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
- se i moduli sono dotati di ottica, rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN 13032 (più le eventuali parti seconde applicabili) emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
- dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità dell'offerente che il rapporto di prova si riferisce a un campione tipico della fornitura e/o che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura (da non confondere con l'incertezza di misura) per tutti i parametri considerati.

Tali informazioni relative al solo modulo non devono essere fornite se il modulo stesso è fornito come componente dell'apparecchio di illuminazione. In tale caso infatti le informazioni relative all'apparecchio comprendono anche le prestazioni della sorgente.

Oltre a quelle già previste dai precedenti criteri, dovranno essere fornite per gli alimentatori le seguenti informazioni:

- dati tecnici essenziali: marca, modello, dimensioni, tensione in ingresso, frequenza in ingresso, corrente in ingresso e rendimento nominale. Per gli apparecchi a scarica dovranno essere indicate anche le lampade compatibili,
- fattore di potenza per ogni valore di corrente previsto,
- lunghezza massima del cablaggio in uscita,
- temperatura di funzionamento,
- temperatura del contenitore - case temperature tc,
- temperatura ambiente o il campo di variazione della temperatura (minima e massima),
- eventuali valori di dimensionamento oltre ai valori previsti dalle norme per l'immunità, rispetto
- alle sollecitazioni derivanti dalla rete di alimentazione,
- per alimentatori dimmerabili: campo di regolazione del flusso luminoso, relativa potenza
- assorbita e fattore di potenza per ogni valore di corrente previsto,
- per alimentatori telecomandati: soppressione RFI e armoniche sulla rete, protocollo e tipologia di comunicazione.

Dovranno fornirsi, per ogni tipo di lampada a scarica ad alta intensità/modulo LED, oltre a quanto richiesto da:

- Regolamento 245/2009 CE, allegato III punto 1.3 come modificato dal Regolamento (CE) N.347/2012 (unicamente per lampade a scarica),
 - Regolamento UE 1428/2015 del 25 agosto 2015 che modifica il regolamento (CE) n. 244/2009 della Commissione in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade non direzionali per uso domestico e il regolamento (CE) n. 245/2009 della Commissione per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade, e che abroga la direttiva 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (UE) n. 1194/2012 della Commissione in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e delle pertinenti apparecchiature.
 - Regolamento 1194/2012 UE, tabella 5 più Tabelle 1 e 2 e s. m. e i. (per sistemi LED direzionali), normativa specifica, quale EN 62717 (unicamente per moduli LED),
almeno le seguenti informazioni:
 - istruzioni per installazione ed uso corretti,
 - istruzioni di manutenzione per assicurare che la lampada/il modulo LED conservi, per quanto possibile, le sue caratteristiche iniziali per tutta la durata di vita,
 - istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento.
- L'offerente deve fornire, per ogni tipo di alimentatore, anche le seguenti informazioni:
- istruzioni per installazione ed uso corretti,
 - istruzioni di manutenzione,

- o istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento.

Inoltre dovrà essere fornita garanzia totale, per tutti i prodotti, valida per almeno 5 anni, a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, nelle condizioni di progetto, esclusi atti vandalici, danni accidentali o altre condizioni eventualmente definite nel contratto.

Nel caso di alimentatori (di qualsiasi tipo) il periodo di garanzia di cui sopra è di 5 anni.

Le condizioni generali di garanzia saranno definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

9.2 SORGENTI LUMINOSE (C.A.M. CAP. 4.2) - SPECIFICHE TECNICHE

Per apparecchi per illuminazione stradale si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare ambiti di tipo stradale.

Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP 65
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	$\geq G*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni ¹¹	4kV

(IP) = Grado di protezione degli agenti esterni

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 1 CAP 4.2.3

Per apparecchi per illuminazione di rotatorie o comunque zone di conflitto, questi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	$\geq G*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni ¹⁰	4kV

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 2 CAP 4.2.3

Con riferimento alla tabella che segue, gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe C fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026. Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
A++	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A+	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$

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	$IPEA^* < 0,40$

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 7 CAP 4.2.3

L'indice IPEA* che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

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

con η_a = efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, che si calcola come segue

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} D_{ff}}{P_{app}} [lm/W]$$

In cui:

- Φ_{app} (lm) flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza,
- P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- D_{ff} frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione 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°.
- e con η_r = efficienza globale di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono:

Illuminazione stradale	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	73
$65 < P \leq 85$	75
$85 < P \leq 115$	83
$115 < P \leq 175$	90
$175 < P \leq 285$	98
$285 < P \leq 450$	100
$450 < P$	100

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 8 CAP 4.2.3

Illuminazione di grandi aree, rotonde, parcheggi	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	70
$65 < P \leq 85$	70
$85 < P \leq 115$	70
$115 < P \leq 175$	72
$175 < P \leq 285$	75
$285 < P \leq 450$	80
$450 < P$	83

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 9 CAP 4.2.3

Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 10 CAP 4.2.3

Illuminazione di aree verdi	
Potenza nominale dell'apparecchio P [W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 11 CAP 4.2.3

Illuminazione di centro storico con apparecchi di illuminazione artistici ¹³ :	
Potenza nominale dell'apparecchio P [W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	60
$65 < P \leq 85$	60
$85 < P \leq 115$	65
$115 < P \leq 175$	65
$175 < P \leq 285$	70
$285 < P \leq 450$	70
$450 < P$	75

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 12 CAP 4.2.3

Fermo restando il rispetto delle altre specifiche tecniche definite, gli apparecchi di illuminazione devono essere scelti ed installati in modo da assicurare che il flusso luminoso eventualmente emesso al di sopra dell'orizzonte rispetti i limiti indicati nella tabella che segue:

	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
Illuminazione stradale	U1	U1	U1	U1
Illuminazione di grandi aree, rotonde, parcheggi	U1	U2	U2	U3
Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali e Illuminazione di aree verdi	U1	U2	U3	U4
Illuminazione di centro storico con apparecchi artistici	U2	U3	U4	U5

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 13 CAP 4.2.3

In cui le zone oggetto di studio può essere definita come segue:

LZ2: ZONE A BASSO CONTRIBUTO LUMINOSO

(Aree non comprese nella LZ1 e non comprese nelle Zone A, B o C del PRG) Aree rurali o comunque dove le attività umane si possono adattare a un livello luminoso dell'ambiente circostante basso.

La categoria di illuminazione zenitale (U) di ciascun apparecchio di illuminazione è definita sulla base del valore più alto tra quelli dei parametri UH e UL come nel seguito definiti:

	U1 (lm)	U2 (lm)	U3 (lm)	U4 (lm)	U5 (lm)
UH	≤ 40	≤ 120	≤ 200	≤ 300	≤ 500
UL	≤ 40	≤ 100	≤ 150	≤ 200	≤ 250

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 14 CAP 4.2.3

Per la definizione degli angoli solidi sopra riportati viene utilizzata la seguente classificazione:

- UL (Up Low): questa zona comprende gli angoli steriradianti fra 90° e 100° verticali e 360° orizzontali. Questa parte contribuisce a larga parte dell'inquinamento luminoso, in assenza di ostacoli e se osservata da grandi distanze;
- UH (Up High): questa zona comprende gli angoli steriradianti fra 100° e 180° verticali e 360° orizzontali. Questa parte contribuisce all'inquinamento luminoso sopra le città.

Per ottimizzare i costi di manutenzione, i moduli LED utilizzati nei prodotti debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., le seguenti caratteristiche alla temperatura di funzionamento t_p e alla corrente tipica di alimentazione:

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
L_{80} per 60.000 h di funzionamento	B_{10} per 60.000 h di funzionamento

Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE - TAB 15 CAP 4.2.3

In cui:

- L80: Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale per una vita nominale di 60.000 h,
- B10: Tasso di guasto inferiore o uguale al 10% per una vita nominale di 60.000 h

Gli apparecchi di illuminazione debbono essere dotati di un sistema di regolazione del flusso luminoso conforme a quanto di seguito indicato:

il sistema di regolazione, ogniqualvolta possibile, deve:

- essere posto all'interno dell'apparecchio di illuminazione,
- funzionare in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione;

i regolatori di flusso luminoso devono rispettare le seguenti caratteristiche (per tutti i regolatori di flusso luminoso):

Classe di regolazione = A1 (*Campo di regolazione, espresso come frazione del flusso luminoso nominale da 1,00 a minore di 0,50*),

(per i soli regolatori centralizzati di tensione):

- Classe di rendimento: R1 ($\geq 98\%$),
- Classe di carico: L1 (scostamento di carico $\Delta I \leq 2$, con carico pari al 50% del carico nominale e con il regolatore impostato in uscita alla tensione nominale),
- Classe di stabilizzazione: Y1 ($S_u \leq 1\%$, percentuale riferita al valore nominale della tensione di alimentazione).

Inoltre dovranno presentarsi per ogni tipo di apparecchio di illuminazione a LED, a seconda dei casi e secondo quanto specificato per ciascuna tipologia di apparecchio (Tipo A - apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 è stata provata, Tipo B - apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 non è stata provata), almeno le seguenti informazioni:

- per gli apparecchi di illuminazione del Tipo A, i dati tecnici relativi al modulo LED associato all'apparecchio di illuminazione secondo la documentazione fornita dal costruttore del modulo LED e/o del LED package (es. datasheet, rapporto di prova riferito al LM80): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione (o campo di variazione) di alimentazione (V), frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di t_c (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima, eventuale classificazione per rischio fotobiologico, grado di protezione (IP), indicazione relativa a moduli non sostituibili o non sostituibili dall'utilizzatore finale. Per gli apparecchi di Tipo B non è dunque necessario fornire le specifiche informazioni relative al modulo a sé stante, ma i dati indicati precedentemente per il Tipo A saranno riferiti al modulo LED verificato nelle condizioni di funzionamento nell'apparecchio. La documentazione fornita dal costruttore dell'apparecchio di illuminazione potrà riferirsi a datasheet, rapporto di prova

riferito al LM80, ecc. dei singoli package e sarà prodotta secondo i criteri di trasferibilità dei dati di cui alla EN 62722-2-1 e EN 62717;

- potenza nominale assorbita dall'apparecchio di illuminazione a LED (W), alla corrente di alimentazione (I) del modulo LED prevista dal progetto;
- flusso luminoso nominale emesso dall'apparecchio di illuminazione a LED (lm) a regime, alla temperatura ambiente considerata e alla corrente di alimentazione (I) del modulo LED previste dal progetto;
- efficienza luminosa (lm/W) iniziale dell'apparecchio di illuminazione a LED alla temperatura ambiente considerata e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- vita nominale del modulo LED associato, indicazione del mantenimento del flusso luminoso iniziale Lx e del tasso di guasto Bx (informazioni previste nei criteri precedenti);
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60.000 h (informazioni previste nei criteri precedenti);
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60.000 h (informazioni previste nei criteri precedenti); indice di resa cromatica (Ra);
- rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN13032, più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
- informazioni e parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico dell'apparecchio di illuminazione (v. criterio 4.1.3.8);
- rilievi fotometrici degli apparecchi di illuminazione, sotto forma di documento elettronico (file) standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
- identificazione del laboratorio che ha effettuato le misure, nominativo del responsabile tecnico e del responsabile di laboratorio che firma i rapporti di prova;
- istruzioni di manutenzione per assicurare che l'apparecchio di illuminazione a LED conservi, per quanto possibile, la sua qualità iniziale per tutta la durata di vita;
- istruzioni di installazione e uso corretto;
- istruzioni per l'uso corretto del sistema di regolazione del flusso luminoso;
- istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento;
- identificazione di componenti e parti di ricambio;
- foglio di istruzioni in formato digitale;
- istruzioni per la pulizia in funzione del fattore di mantenimento dell'apparecchio di illuminazione.

Inoltre dovrà essere fornito un documento elettronico (file) in linguaggio marcatore tipo XML utilizzabile in importazione e/o esportazione tra diversi DBMS (Data Base Management Systems) contenente almeno le seguenti informazioni relative agli apparecchi di illuminazione:

- descrizione e codice identificativo del prodotto,
- dati della sorgente luminosa,
- dati del laboratorio fotometrico,
- matrice fotometrica,

- dati della scheda tecnica richiesti dal presente documento,
- classificazione IPEA*.

Infine rispetto ai trattamenti superficiali gli apparecchi d'illuminazione devono avere le seguenti caratteristiche:

- i prodotti utilizzati per i trattamenti non devono contenere:
 - Le sostanze soggette a restrizione per gli usi specifici di cui all'art.67 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 presenti in Allegato XVII (restrizioni in materia di fabbricazione, immissione sul mercato e uso di talune sostanze, miscele e articoli pericolosi).
 - In concentrazioni maggiori a 0,1% p/p, le sostanze incluse nell'elenco delle sostanze candidate di cui all'art. 59 del Regolamento (CE) n.1907/2006 (ovvero le sostanze identificate come estremamente preoccupanti)²⁰ e le sostanze di cui all'art. 57 del medesimo Regolamento europeo (ovvero le sostanze incluse nell'allegato XIV "Elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione") iscritte nell'elenco entro la data di pubblicazione del bando di gara²¹.
 - Le sostanze o le miscele classificate o classificabili, ai sensi del Regolamento (CE) n. 1272/2008 relativo alla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele, con le seguenti indicazioni di pericolo:
 - cancerogeni, mutageni o tossici per la riproduzione, categorie 1A, 1B e 2 (H340, H341, H350, H350i, H351, H360F, H360D, H361f, H361d, H360FD, H361fd, H360Fd, H360Df)
 - tossicità acuta, categorie 1 e 2 (H300, H304, H310, H330)
 - pericoloso per l'ambiente acquatico (H400, H410, H411)
- la verniciatura deve:
 - avere sufficiente aderenza,
 - essere resistente a
 - nebbia salina;
 - corrosione;
 - luce (radiazioni UV);
 - umidità.

Per quanto riguarda l'aderenza della vernice e la sua resistenza deve essere fatto riferimento alle norme tecniche di seguito elencate ed ai relativi aggiornamenti:

per l'aderenza della vernice: UNI EN ISO 2409:1996;

per la resistenza della verniciatura a:

- nebbia salina: ASTM B 117-1997;
- -corrosione: UNI ISO 9227 in camera nebbia salina (NSS);
- radiazioni UV ISO 11507;
- umidità: UNI EN ISO 6270-1

I rapporti di prova dovranno essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.

Infine dovrà essere fornita garanzia totale, per tutti i prodotti, valida per almeno 5 anni a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, relativa alle caratteristiche e specifiche tecniche ed alle funzioni degli apparecchi nelle condizioni di progetto, esclusi atti di vandalismo o danni accidentali o condizioni di funzionamento anomale dell'impianto da definire nel contratto.

La garanzia dovrà includere anche il funzionamento del sistema di regolazione del flusso luminoso, ove presente.

Per lo stesso periodo l'offerente deve garantire la disponibilità delle parti di ricambio.

Le condizioni generali di garanzia debbono essere definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

10 CONCLUSIONI

Il presente elaborato descrive gli impianti per l'illuminazione della strada consortile denominata Viale delle Industrie, posta all'interno del Consorzio per lo Sviluppo Industriale Isernia – Venafro nel Comune di Pozzilli in provincia di Isernia.

In base ai suggerimenti riportati nella norma UNI11248, è stata determinata la categoria illuminotecnica alla quale appartiene la zona da illuminare, ed **essendo il tratto interessato da illuminare una strada locale urbana è stata assegnata una categoria illuminotecnica M4, assicurando un livello minimo di illuminamento pari a 0,75 cd/m².**

I corpi illuminanti saranno installati sui pali in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025, laminato e zincato a caldo, di forma conica, diritto con sbraccio: lunghezza 8,8 m, diametro base 148 mm, spessore 4,0 mm con sbraccio alto 1,00 m e lungo 1,50 m, per un'altezza totale fuori terra pari a 9,00 m equipaggiati con lampade led di potenza pari a 77 W/cad per un numero pari a 118 elementi.

L'energia elettrica sarà derivata dall'impianto di illuminazione stradale esistente.

Dati dell'alimentazione elettrica

Punti di consegna:	Quadro elettrico esistente
Linea di alimentazione in uscita:	FG16(O)R16
Tensione nominale:	400 V
Frequenza nominale e massima variazione:	50 Hz

I conduttori o cavi saranno posti:

- n tubazioni esistenti in PVC interrate del tipo flessibile serie pesante (a doppia parete);

I quadri elettrici saranno installati esattamente negli stessi punti in cui ad oggi risultano già posizionati, ed esattamente in corrispondenza della sede Consorzio per lo Sviluppo Industriale Isernia – Venafro ed in corrispondenza della terza intersezione rotatoria presente lungo la strada Viale delle industrie (in prossimità dello stabilimento UNILEVER).

Il quadri elettrici saranno in Classe 2, grado di protezione IP55 e sarà realizzato in vetroresina con piastra di fondo in materiale isolante per il fissaggio delle apparecchiature. Sono stati dimensionati con una caduta di tensione max pari al 4%, ed alla protezione contro i corto

circuiti. Saranno realizzati con interruttori magnetotermici differenziali generali e saranno suddivisi su 3 circuiti dedicati all'illuminazione, suddivisi in base alla disposizione dei pali di illuminazione, cercando di bilanciare i carichi e le notevoli distanze che interessano il progetto

Tutte le masse dell'impianto elettrico non in doppio isolamento devono essere protette contro i contatti indiretti mediante un sistema di dispersione a terra delle correnti di guasto. Le masse esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore saranno collegate ad un impianto di terra unico.

Tale impianto sarà realizzato in modo da poter verificare le verifiche periodiche ed è costituito dalle seguenti parti principali:

- il dispersore di terra di lunghezza pari a 1,5 metri, posto nei pozzetti dedicati, in corrispondenza di ogni palo di illuminazione
- il conduttore di terra di sez. 50 mmq, che collega tra loro i dispersori e il nodo nel quadro elettrico. Tale corda sarà posata con il cavidotto direttamente a contatto con il terreno;
- il conduttore di protezione che collega direttamente i pali con cavo tipo FS 17 di sez. 16 mmq;

I pali per illuminazione stradale saranno conformi alle norme UNI-EN 40 e si prevede l'impiego di pali d'acciaio secondo norma UNI EN 10025-1, UNI EN 10025-2 e UNI EN 10219.

Per il sostegno dei pali saranno utilizzati blocchi di fondazione prefabbricati con caratteristiche dimensionali e costruttive indicate negli elaborati di progetto allegati. In particolare per i pali di altezza fuori terra pari a 9 m saranno utilizzati blocchi delle dimensioni adeguate. Tali blocchi consentiranno una unica installazione comprensiva di foro per palo e pozzetto di derivazione collegato

Il gestore potrà monitorare continuamente l'impianto allo scopo di determinarne le condizioni (funzionante o guasto) e/o la modalità operativa (automatica, manuale o spenta). Infatti i dispositivi saranno controllati da sensori e funzioneranno in modo automatico, in base a soglie predefinite.

Queste funzioni di sorveglianza, comando e controllo e archiviazione dei dati saranno garantite da un sistema di supervisione, controllo e acquisizione dei dati.

L'obiettivo principale di tale sistema di telecontrollo e telegestione di impianti di pubblica illuminazione è incentrato sulla capacità attuale delle tecnologie informatiche e telematiche di fornire ai gestori strumenti efficaci per il monitoraggio degli impianti stessi.

Inoltre, tale soluzione progettuale va vista partendo da una ottica di valutazione molto più ampia. Infatti, la realizzazione dell'impianto di illuminazione stradale oggetto del presente elaborato rientra nel progetto denominato " **COMPLETAMENTO PIATTAFORMA LOGISTICA PARCO INTERMODALE IN PROSSIMITÀ' DELLO SCALO FERROVIARIO**". Questo progetto si pone l'obiettivo di andare a mettere in atto una serie di interventi che dovranno migliorare e ampliare i servizi erogati dalla Committenza, attirando nuovi investimenti nell'area ed aumentandone la competitività rispetto agli altri contesti industriali limitrofi diretti concorrenti.

A supporto di ciò, altro intervento previsto nel progetto appena citato riguarda le " **TECNOLOGIE DELLA INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE-SMART ROAD**"; infatti il Consorzio per lo Sviluppo

Industriale Isernia-Venafro si prefigge lo sviluppo e l'adeguamento del territorio, di tutto il comprensorio industriale, alle moderne ed attuali tecnologie, a partire dall'agglomerato di Pozzilli.

La finalità è quella di elevare l'Agglomerato di Pozzilli, e tutta l'area, alla eccellenza tecnologica che la modernizzazione delle attività impone per competere, in modo adeguato, sul mercato globale.

Il Progetto SMART ROAD si ripropone di infrastrutturare l'agglomerato industriale di Pozzilli con alcuni servizi, innovativi e grazie alle tecnologie come l'ITS (Intelligent Transportation Systems) e l'IoT (internet of things), consentire una fruizione evoluta del territorio connesso ed integrato con le aziende implementando servizi di Assistenza e Sicurezza al Traffico alla Logistica alla movimentazione delle merci ed alla sicurezza del territorio e della strada attraverso telerilevamento e riconoscimento ed identificazione veicoli ed al tempo stesso offrire agli utenti del plesso industriale della strada servizi come ad esempio la Connettività WiFi in Motion ed altro, creando le condizioni che consentano una fruibilità ed una vivibilità "SMART" delle iniziative, dei servizi, dei prodotti, del commercio delle industrie e quant'altro il territorio possiede e può sviluppare anche per altre esigenze e mercati.

Pertanto il sistema di tele gestione, controllo e acquisizione dei dati può essere visto, con ragionevole certezza, come un ulteriore valore aggiunto in grado di assicurare il raggiungimento degli obiettivi sopra menzionati e fissati dalla committenza.

Pozzilli, 26/04/2021

I Progettisti

Ing. Evinio D'Addio

Ing. Nicola Martino

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
1.1	CARATTERISTICHE SPECIFICHE GENERALI.....	1
1.2	OPERE ELETTRICHE DA REALIZZARE	1
2	IL PROGETTO ILLUMINOTECNICO.....	1
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
4	ILLUMINAZIONE DELI ASSI STRADALI, DELLE INTERSEZIONI E DELLE ROTATORIE	5
4.1	REQUISITI ILLUMINOTECNICI.....	5
4.1.1	CRITERI DI SUDDIVISIONE DELLE ZONE DI STUDIO.....	6
4.1.2	ANALISI DEI RISCHI.....	8
4.1.3	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE COMPARABILI TRA ZONE CONTIGUE E TRA ZONE ADIACENTI	10
4.1.4	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE ADDIZIONALI.....	10
4.1.5	CONDIZIONI PARTICOLARI PER LE STRADE DI TIPO F	11
4.1.6	RESA CROMATICA DELLA LUCE E PAVIMENTAZIONI STRADALI.....	11
4.1.7	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE INTERSEZIONI STRADALI	11
4.1.8	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE.....	11
4.1.9	ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI E DELLE ROTATORIE, CARATTERISTICHE GENERALI.....	15
4.1.10	ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI A RASO LINEARI ED A LIVELLI SFALSATI:.....	16
4.1.11	VERIFICA DELL'ABBAGLIAMENTO	16
4.1.12	GUIDA VISIVA.....	17
4.2	CASO STUDIO.....	17
4.2.1	IDENTIFICAZIONE DEL CAMPO VISIVO.....	17
4.2.2	DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI ADOTTATE	18
4.2.3	COMANDO E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	21
5	DISTRIBUZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE	22
5.1	DISTRIBUZIONE GENERALE.....	22
5.2	CAVI	22
5.2.1	CADUTA DI TENSIONE.....	23
5.3	TIPO DI POSA, DERIVAZIONI E GIUNZIONI.....	23
5.3.1	PRESCRIZIONI PARTICOLARI (TUBAZIONI, CAVI, PALI).....	24
6	IMPIANTO ELETTRICO.....	31
6.1	INTRODUZIONE.....	31
6.2	IMPIANTI ELETTRICI ALL'ESTERNO PER ILLUMINAZIONE	32
6.2.1	TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO E DEI MATERIALI.....	32
6.3	QUADRI ELETTRICI	34

6.4	IMPIANTO DI TERRA RELATIVO ALL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE	35
6.4.1	IMPIANTO DI TERRA	35
6.4.2	ELEMENTI COSTITUTIVI L'IMPIANTO DI TERRA	35
6.4.3	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	37
6.5	MATERIALI	37
6.5.1	MARCATURA CE DEL MATERIALE ELETTRICO B.T.....	37
7	PALI E BLOCCHI DI FONDAZIONE	38
8	COMANDO, CONTROLLO E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	40
9	CRITERI CAM.....	43
9.1	SORGENTI LUMINOSE (C.A.M. CAP. 4.1)-SPECIFICHE TECNICHE.....	45
9.2	SORGENTI LUMINOSE (C.A.M. CAP. 4.2) - SPECIFICHE TECNICHE	48
10	CONCLUSIONI	55