

## Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	CARATTERISTICHE GENERALI DELL’IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE.....	2
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
4	CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE.....	4
5	CLASSIFICAZIONI ILLUMINOTECNICHE STRADALI.....	4
6	PROCEDURA PER L’INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE.....	5
6.1	Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso.....	5
6.2	Definizione della categoria illuminotecnica di progetto: .....	5
6.3	Definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio: .....	5
6.4	Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso.....	5
6.5	Definizione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio .....	7
6.5.1	Analisi dei rischi .....	7
7	REQUISITI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO.....	9
7.1	Calcoli illuminotecnici.....	10
8	CARATTERISTICHE SPECIFICHE DELL’IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE .....	11
8.1	Alimentazione Impianto .....	11
8.2	Regolazione della corrente negli impianti in serie.....	11
8.3	Perdite nell'apparecchiatura di regolazione della corrente degli impianti in serie .....	11
8.4	Fattore di potenza .....	11
8.5	Misure di sicurezza e protezione.....	11
8.5.1	Sezionamento e interruzione.....	11
8.5.2	Protezione contro le sovratensioni di origine interna negli impianti serie.....	11
8.5.3	Protezione contro le interruzioni del circuito di alimentazione.....	11
8.5.4	Protezione contro i contatti indiretti.....	11
8.5.5	Protezione contro i contatti diretti.....	12
8.5.6	Protezione contro le sollecitazioni meccaniche.....	13
8.6	Dimensionamento e verifica dei cavi .....	13
8.7	Resistenza di isolamento verso terra .....	13
8.8	Livello di isolamento verso terra .....	14
8.9	Dispersori di terra .....	14
9	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI.....	14
9.1	Marcatura CE e marchi di conformità.....	14
9.2	Corpi illuminanti .....	14
9.3	Sostegni .....	15
9.4	Cavi elettrici .....	15
9.4.1	Cavi per impianti di II <sup>a</sup> categoria (MT) .....	15
10	VERIFICHE PRELIMINARI .....	15
10.1	Verifiche a vista .....	15
10.2	Verifiche strumentali .....	16
10.2.1	Misurazioni illuminotecniche .....	16
10.2.2	Misurazioni per il collaudo dell’impianto di illuminazione .....	16
10.2.3	Misurazioni per la verifica prestazionale dell’impianto di illuminazione.....	16

## 1 PREMESSA

La presente relazione è un elaborato costitutivo del Progetto Esecutivo “Estensione della rete di pubblica illuminazione di alcune strade cittadine” del Comune di Napoli.

**Essa, in particolare, costituisce la relazione tecnica specialistica e di calcolo degli impianti di pubblica illuminazione da realizzarsi.**

## 2 CARATTERISTICHE GENERALI DELL’IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

La rete di pubblica illuminazione è di tipo “**Serie**” conformemente all’impianto generale esistente nelle varie zone oggetto di estensione degli impianti .

Secondo la Norma CEI 64-8 in funzione del livello di tensione, il sistema è classificato:

“II Categoria”: tensione nominale oltre i 1000V se a corrente alternata o oltre 1500V se a corrente continua, fino a 35.000V.

I centri luminosi sono connessi in serie tra loro, secondo la Norma CEI 64-7 si possono identificare due gruppi di distribuzione:

**Distribuzione primaria:** gruppo E “*Impianto in serie con tensione nominale da oltre 1000 V fino a 6000 V, a corrente alternata.*”

**Distribuzione secondaria:** gruppo C “*Impianto in serie con tensione nominale non superiore a 1000 V corrente alternata e 1500 V corrente continua*”.

Le apparecchiature e i componenti devono essere rispondenti alle relative Norme CEI, Norme UNI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste esistano.

Saranno installate diverse tipologie di corpi illuminanti e sostegni le cui caratteristiche saranno evidenziate nel prosieguo della relazione.

A prescindere dalla tipologia, i corpi illuminanti adottati saranno sempre apparecchi Cut-OFF, idonei per impianti classificati dalla Norma UNI 11248 che consentono di rispettare le specifiche imposte dalla Legge Regionale n° 12 in materia di inquinamento luminoso; allo stesso tempo saranno dotati di lampade a LED ad elevata efficienza luminosa e resa cromatica e certificati IMQ .

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto dell’impianto tiene conto di tutte le norme di legge e dei regolamenti vigenti in materia, delle Norme CEI, UNEL, e precisamente:

- **Legge n.186 del 01.03.1968** “Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e d’impianti elettrici ed elettronici”.
- **Decreto del 22 gennaio 2008, n. 37** (regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.
- **D.Lgs. n°81 del 09.04.2008 e s.m.e i.** – Titolo III – Capo III e All. IX. “T.U. in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- **Legge Regionale n°12 del 25 Luglio 2002** (Regione Campania) “Norme per contenimento energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell’ambiente per la tutela dell’attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici”
- **CEI 11-17** “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo”

- **CEI 11-26** “Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo”
- **CEI 23-39** “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche.
- **CEI 23-51** “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”
- **CEI 23-54** “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori”
- **CEI 23-55** “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori”
- **CEI 23-58** “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche”
- **CEI 64-7** “Impianti elettrici di illuminazione pubblica”
- **CEI 64-14** “Guida alle verifiche negli impianti elettrici utilizzatori”
- **CEI 70-1** “Classificazione dei gradi di protezione degli involucri”.
- **CEI EN 60598-1**: “Apparecchi di illuminazione - Requisiti generali.”
- **CEI EN 60598-2-3**: “Apparecchi di illuminazione stradale”
- **CEI EN 61547**: “Apparecchiature per illuminazione generale Prescrizioni di immunità
- **UNI 10819** “Limitazione del flusso luminoso verso l’alto”
- **UNI 11248** “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”
- **UNI EN 13032-1:2005** “Luce e illuminazione Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione
- **UNI EN 13201-1** Illuminazione stradale Parte 1: Selezione delle classi di illuminazione
- **UNI EN 13201-2** Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- **UNI EN 13201-3** Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- **UNI EN 13201-4** Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- **UNI EN 12462-2** Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno

#### 4 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

La classificazione delle strade deve avvenire in sintonia con quanto riportato nei provvedimenti di legge prima esposti.

Gli interventi stradali, secondo il Codice della Strada, sono classificati, in riferimento alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi.

Classificazione Strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi
<b>A-</b> autostrada	2	2+2	
<b>B-</b> extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade
<b>C-</b> extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S
<b>D-</b> urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h
<b>D-</b> urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h
<b>E-</b> urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
<b>F-</b> extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
<b>F-</b> urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
<b>F-</b> urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

#### 5 CLASSIFICAZIONI ILLUMINOTECNICHE STRADALI

La Norma UNI 11248, che recepisce la norma EN 13201-2 – Road Lighting Part 2: Performance requirements, definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l’illuminazione delle strade indirizzata alle esigenze di visione degli utenti e considera gli aspetti ambientali dell’illuminazione stradale.

In essa sono contenute tabelle con le classi illuminotecniche definendone le caratteristiche previste per i diversi ambiti applicativi:

CLASSI PER AMBITI APPLICATIVI	UNI EN 13201-2:2015
Classe per strade, urbane o extraurbane, con traffico prevalentemente motorizzato e dove è possibile calcolare i valori di luminanza	<b>M</b>
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	<b>C</b>
Classi per aree con utilizzi prevalentemente pedonali o ciclabili, strade residenziali, zone adiacenti alla carreggiata come corsie di emergenza, parcheggi, marciapiedi	<b>P + HS</b>
Classi aggiuntive dove è importante calcolare gli illuminamenti semicilindrici o verticali, ovvero dove il riconoscimento dei volti o delle superfici verticali assumono notevole importanza	<b>SC + EV</b>

## **6 PROCEDURA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE**

Il primo strumento per una corretta progettazione, gestione e ottimizzazione di risorse e costi di un impianto di p.i. è il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale o PRIC.

La classificazione illuminotecnica del territorio comunale, in mancanza di un PRIC (Piano regolatore dell'illuminazione pubblica) adottato dal Comune di Napoli, è stata condotta con le procedure nel seguito esposte.

### **6.1 Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso**

Tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore, la classificazione non è normalmente di competenza del progettista, ma lo stesso può aiutare nell'individuazione della corretta classificazione.

Per la determinazione della tipologia di strada sono state considerate le indicazioni fornite dal P.G.T.U. (piano Generale del Traffico Urbano) Tav.I.1: Rete Stradale - Classificazione funzionale adottato dal Comune di Napoli;

La categoria illuminotecnica di ingresso della rete stradale e delle aree da illuminare oggetto di intervento è stata individuata secondo il prospetto 1 della UNI 11248:2016

### **6.2 Definizione della categoria illuminotecnica di progetto:**

Tale categoria dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto.

Nota la categoria illuminotecnica di ingresso, valutare i parametri di influenza riportati nel prospetto 2 della UNI 11248 secondo quanto indicato dall'analisi dei rischi e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento come quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative del prospetto 3 della UNI 11248. La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio della strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente.

### **6.3 Definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio:**

In base alle considerazioni esposte dall'analisi dei rischi e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre, se necessario, una o più categorie illuminotecniche di esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

### **6.4 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso**

La classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica viene definita dalla norma UNI 11248.

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica. Tali categorie illuminotecniche di ingresso, per i vari tipi di strade classificate secondo la legislazione vigente, sono di seguito riportate.

**UNI 11248 - Prospetto 1** “classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso”

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A1	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	<b>M1</b>
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	<b>M2</b>
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	<b>M2</b>
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	<b>M3</b>
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	<b>M2</b>
	Strade extraurbane secondarie	50	<b>M3</b>
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	<b>M2</b>
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	<b>M2</b>
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	<b>M3</b>
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	<b>M2</b>
	Strade locali extraurbane	50	<b>M4</b>
		30	<b>C4/P2</b>
	Strade locali urbane	50	<b>M4</b>
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	<b>C3/P1</b>
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	<b>C4/P2</b>
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	<b>C4/P2</b>
	Strade locali interzonali	50	<b>M3</b>
		30	<b>C4/P2</b>
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	<b>P2</b>
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792<sup>[10]</sup>.

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).

3) Vedere punto 6.3.

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".

Partendo dalle considerazioni sopra esposta, le viabilità oggetto di intervento possono classificarsi secondo la UNI 11248 - Prospetto 1 “classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica come segue:

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso
F	Strade locali urbane	50	<b>M4</b>

## 6.5 Definizione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio

Per determinare la categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio, bisogna effettuare l’analisi dei rischi, come di seguito indicato partendo dalla categoria di ingresso sopra individuata come M4.

### 6.5.1 Analisi dei rischi

L’analisi dei rischi è stata effettuata tenendo conto della valutazione dei parametri di influenza per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l’impatto ambientale.

**L’analisi è stata condotta secondo i prospetti 2-3 della UNI 11248:2016**

**UNI 11248 - 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
Resa dei colori sorgente $Ra \geq 60$	1
Complessità del campo visivo	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflitto	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1

**UNI 11248 - 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 causale”

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 delle complessità nella tipologia di traffico	1

L’analisi è stata articolata in più fasi:

- sopralluogo per valutare i parametri di influenza e la loro importanza;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche;
- studio degli eventi potenzialmente pericolosi;
- identificazione degli interventi a lungo termine per assicurare i livelli di sicurezza richiesti da leggi e norme;

- determinazione di un programma di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.  
Per gli impianti in questione si è determinato quanto segue:

CAT. ILLUM. PROGETTO UNI 11248				CAT. ILLUM. ESERCIZIO UNI 11248		
CAT. ILLUM. INGRESSO	Parametro	Riduzione	CAT. ILLUM. PROGETTO	Parametro	Riduzione	CAT. ILLUM. ESERCIZIO
M4	-	0	M4	-	0	M4

In conclusione la categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio della viabilità risulta essere la **M4**.

Secondo le normative, il calcolo della luminanza, fattore fondamentale per le categorie M, deve essere calcolato per un tratto di strada rettilineo, posizionando il punto dell'osservatore ad una distanza di 60m dal primo apparecchio al centro della corsia, ad una altezza di 1,5m ed una inclinazione di 1° verso il basso. La normativa, per le zone di conflitto o quando non è possibile applicare la categoria M per tratti di strada dove non è possibile posizionare l'osservatore come sopra descritto, come ad esempio in un tratto in curva, zone commerciali, incroci, rotonde ecc. anche utilizzate da pedoni e ciclisti, si può adottare la categoria illuminotecnica C o P, avente caratteristiche illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti. La norma 11248 6 prescrive il seguente prospetto:

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.						

Si riassumono le categorie illuminotecniche di progetto:

Viabilità carrabile	<b>M4</b>
Tratti in curva e dove non è possibile utilizzare la ME	<b>C4</b>
Viabilità ciclo-pedonabile, verde pubblico accessibile, verde pubblico pedonabile, stalli di sosta	<b>P2</b>



## 7 REQUISITI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO

I requisiti illuminotecnici di progetto sono definiti dalla UNI EN 13201-2 a seconda degli ambiti applicativi

I requisiti illuminotecnici prestazionali per le strade del tipo a traffico motorizzato tengono conto dei valori minimi di luminanza, di uniformità, di abbagliamento come determinato dal prospetto seguente:

Classe	Luminanza della carreggiata in condizioni di manto asciutto			Abbagliamento debilitante TI	Rapporto di prossimità
	Lav [cd/P2]	Uo (Uow)	UI	fTI [%]	EIR
M1	2,00	0,40 (0,15)	0,70	10	0,35
M2	1,50	0,40 (0,15)	0,70	10	0,35
M3	1,00	0,40 (0,15)	0,60	15	0,30
M4	0,75	0,40 (0,15)	0,60	15	0,30
M5	0,50	0,35 (0,15)	0,40	15	0,30
M6	0,30	0,35 (0,15)	0,40	20	0,30

I requisiti illuminotecnici prestazionali per gli altri ambiti del territorio tengono conto dei valori minimi di illuminamento, di abbagliamento come determinato dal prospetto seguente:

Requisiti per zone di conflitto conducenti veicoli motorizzati **Prospetto 2 UNI 23201-2**

Classe	Illuminamento della carreggiata in condizioni di manto asciutto	
	Eav [lx]	Uo
C0	50,0	0,4
C1	30,0	0,4
C2	20,0	0,4
C3	15,0	0,4
C4	10,0	0,4
C5	7,5	0,4

### Requisiti per zone di conflitto pedoni **Prospetto 3 UNI 23201-2**

Si applica a Marciapiedi, piste ciclabili, strade pedonali, parcheggi ecc

Classe	Illuminamento orizzontale		Requisiti supplementari	
	Illuminamento orizzontale	Illuminamento orizzontale minimo	Illuminamento verticale minimo	Illuminamento semicilindrico minimo
	Eh av [lx]	Emin [lx]	Ev min [lx]	Esc min [lx]
P1	15,00	3,00	5,0	5,0
P2	10,00	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

I requisiti illuminotecnici prestazionali per le classi aggiuntive tengono conto degli illuminamenti semicilindrici o verticali, come determinato dal prospetto seguente:

Classe	Illuminamento semicilindrico
	Esc min [lx]
SC1	10,0
SC2	7,5
SC3	5,0
SC4	3,0
SC5	2,0
SC6	1,5
SC7	1,0
SC8	0,8
SC9	0,5

Classe	Illuminamento verticale
	Esc min [lx]
EV1	50,0
EV2	30,0
EV3	10,0
EV4	7,5
EV5	5,0
EV6	1,5

Tra i parametri adottati nella progettazione illuminotecnica di impianto, è stata effettuata la valutazione energetica secondo la recente UNI EN 13201-5:2015.

### 7.1 Calcoli illuminotecnici

Progettare una installazione illuminotecnica significa definire tutti i fattori (tipo e potenza delle lampade, quantità, posizione, puntamento degli apparecchi ecc.) che concorrono a fornire l'illuminazione artificiale ad un ambiente, cercando la soluzione che meglio risponda alle normative e alle esigenze di utilizzazione. Un progetto illuminotecnico, dunque, implica il controllo di molti fattori: livelli di illuminamento, abbagliamento, controllo delle luminanze, resa del contrasto ecc.

I calcoli illuminotecnici **all'elaborato CI**, redatti per aree omogenee e tratti stradali in ottemperanza alle prescrizioni delle norme e prescrizioni richiamate nel presente elaborato, sono stati eseguiti con SW specifici ed evidenziano il rispetto dei requisiti prestazionali prescritti dalla norma UNI EN 13201-2.

## **8 CARATTERISTICHE SPECIFICHE DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

### **8.1 Alimentazione Impianto**

I tratti in estensione di impianto saranno alimentati da circuiti serie esistenti di tipo primario o da serie secondarie il livello di corrente costante che garantito su circuiti primari è di 20A.

I corpi illuminati verranno energizzati da alimentatori installati sui circuiti primari o secondari. Gli alimentatori sono posti entro contenitori a prova di rottura inglobati in resina epossidica con grado di protezione IP67, adatti ad essere installati nel pozzetto a base palo o su palo per gli impianti in linea aerea.

### **8.2 Regolazione della corrente negli impianti in serie**

La variazione della corrente, quando la tensione di alimentazione mantenga il suo valore nominale, passando dal cortocircuito al pieno carico, non supererà il 3%. Inoltre la variazione della corrente non supererà il 2% in corrispondenza di qualsiasi condizione di carico per una variazione in più o in meno del 10% della tensione di alimentazione dell'apparecchiatura di regolazione della corrente rispetto al valore nominale.

### **8.3 Perdite nell'apparecchiatura di regolazione della corrente degli impianti in serie**

Le perdite nell'apparecchiatura di regolazione, in condizione di cortocircuito fra i morsetti a valle della stessa apparecchiatura, non supererà il 3,5% della potenza nominale dell'apparecchiatura, espressa in VA, salvo che il committente dell'impianto non prescriva un valore diverso.

### **8.4 Fattore di potenza**

Il fattore di potenza dell'impianto di illuminazione pubblica, non tenendo conto del transitorio di accensione, non sarà inferiore a 0,9, salvo che il committente dell'impianto non prescriva un valore diverso.

### **8.5 Misure di sicurezza e protezione**

#### **8.5.1 Sezionamento e interruzione**

Sarà installato un sezionatore onnipolare generale ed un sistema o dispositivo che consenta l'interruzione simultanea di tutti i carichi; inoltre ogni circuito di alimentazione sarà dotato di un sezionatore onnipolare.

#### **8.5.2 Protezione contro le sovratensioni di origine interna negli impianti serie**

I due impianti in serie, per i quali possano permanere sovratensioni di origine interna di valore superiore a quello di riferimento per l'isolamento dell'impianto, saranno protetti mediante idonei dispositivi limitatori o soppressori della tensione. Il controllo sarà effettuato mediante prova.

#### **8.5.3 Protezione contro le interruzioni del circuito di alimentazione**

Gli impianti in serie saranno in grado di mantenere la continuità del circuito nel caso di guasto ad una o più lampade. Infatti, per gli impianti con lampade inserite tramite alimentatore, gli stessi funzioneranno anche con circuito secondario aperto.

Gli impianti di gruppo C saranno dotati di dispositivi atti ad interrompere l'alimentazione a monte dell'apparecchiatura di regolazione della corrente allorché la corrente nel circuito di alimentazione scende a valori inferiori a  $0,2 I_n$  ( $I_n$  corrente nominale dell'impianto in serie).

Gli impianti di gruppo E saranno dotati di dispositivi atti ad interrompere, entro un tempo massimo di 1 s, l'alimentazione a monte dell'apparecchiatura di regolazione della corrente allorché la corrente nel circuito di alimentazione scende a valori inferiori a  $0,2 I_n$ .

#### **8.5.4 Protezione contro i contatti indiretti**

Tutte le masse degli impianti dei gruppi C ed E saranno protette contro i contatti indiretti mediante monitoraggio costante dell'isolamento dei circuiti. La protezione sarà effettuata utilizzando un dispositivo che misura la resistenza verso terra di ogni circuito di alimentazione serie. Il controllo sarà effettuato con

continuità durante il funzionamento del circuito di alimentazione. Quando la misura della resistenza di terra risulterà inferiore al 50% del valore ammesso all'atto della verifica iniziale di cui al punto 3.2.1 nella Norma CEI 64-7 sarà inviata una segnalazione di allarme. Sarà sempre garantita la relazione:

dove:

$R_E$       *Resistenza di messa a terra delle masse*

$U_L$       *Tensione limite di sicurezza pari a 50V*

$I$       *Corrente costante del circuito che è pari a 20A*

#### **8.5.5 Protezione contro i contatti diretti**

Gli impianti di gruppo C, saranno disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione. Gli elementi di protezione smontabili e installati a meno di 3 m dal suolo potranno esser rimossi solo con l'ausilio di chiavi o di attrezzi. Inoltre gli impianti di gruppo E i cavi a portata di mano e non, saranno provvisti di un rivestimento continuo metallico messo a terra; analoga protezione metallica continua, messa a terra, è stata prevista per le apparecchiature a portata di mano. Il controllo sarà effettuato mediante esame a vista. Sarà inoltre verificata che, in relazione alle caratteristiche del rivestimento metallico, la sua messa a terra sia tale da escludere il danneggiamento del rivestimento stesso per effetto delle massime correnti che vi possono circolare.

$$R_E \leq \frac{U_L}{I}$$

##### **8.5.5.1 Uso dei rivestimenti metallici dei cavi come protezione contro i contatti diretti e indiretti**

Le guaine metalliche, i conduttori concentrici, gli schermi metallici e le armature, se rispondenti alle prescrizioni delle norme relative, sono mezzi di protezione sufficienti contro i contatti diretti, purché siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) Il rivestimento metallico sia posto sotto una guaina non metallica qualora esista pericolo di danneggiamento chimico o meccanico;
- b) sia assicurata la continuità longitudinale del rivestimento metallico per tutto il percorso del cavo;
- c) il rivestimento metallico sia messo a terra rispettando le disposizioni di cui in 3.3.02 della CEI 11-17;
- d) la resistenza elettrica del rivestimento metallico insieme con quella dei relativi collegamenti a terra e di continuità sia tale da rispondere ai requisiti del par. 2.2.03 della CEI 11-17.

##### **8.5.5.2 Messa a terra del rivestimento metallico dei cavi**

Tutti i rivestimenti metallici dei cavi saranno messi a terra almeno alle estremità di ogni linea in cavo, quando sussistono le condizioni di cui in 3.3.01 della CEI 11 – 17 o di almeno in un punto in tutti gli altri casi.

Quando i rivestimenti metallici dei cavi dovranno essere interrotti, per es. al fine di evitare il trasferimento di tensioni di terra, la messa a terra richiesta in 3.3.01 c) sarà eseguita in un solo punto del percorso del cavo, tra le estremità e l'interruzione, purché vengano adottate le seguenti precauzioni:

- in corrispondenza delle terminazioni e delle interruzioni dei rivestimenti metallici, se accessibili, devono essere applicate opportune protezioni atte ad evitare tensioni di contatto superiori ai valori ammessi dalla Norma 11-8, 2.1.04; in caso di lavori valgono le prescrizioni di cui all'art. 3.3.03 della CEI 11-17;
- la guaina non metallica di protezione del cavo deve avere un isolamento atto a sopportare la massima tensione totale di terra dell'impianto di terra al quale il rivestimento metallico è collegato.

Se il cavo ha più rivestimenti metallici, essi devono essere connessi in parallelo, salvo nel caso di cavi appartenenti a circuiti di misura o segnalamento. Il collegamento di messa a terra dei rivestimenti metallici

deve essere eseguito conformemente a quanto previsto dalla Norma CEI 11-8 (2.3.04). In aggiunta e parziale deroga a quanto stabilito dalle suddette Norme, per il collegamento tra il rivestimento metallico del cavo ed il conduttore di terra è ammesso l'impiego di adeguati connettori a compressione; inoltre, per i cavi con rivestimento metallico a nastri o a tubo è anche ammessa la saldatura dolce o la brasatura. In ogni caso occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche delle guaine o degli schermi metallici, i loro collegamenti a terra, incluse le connessioni, siano tali da escludere il proprio danneggiamento e quello delle guaine o schermi per effetto delle massime correnti che vi possono circolare.

#### 8.5.6 Protezione contro le sollecitazioni meccaniche

Le condutture e gli apparecchi esposti al pericolo di prevedibili sollecitazioni meccaniche od urti saranno adeguatamente protetti. Cautele particolari devono essere previste per gli impianti del gruppo E.

#### 8.6 Dimensionamento e verifica dei cavi

Il dimensionamento della sezione dei conduttori è stato eseguito per i circuiti dei cavi in serie adoperando il criterio termico. E' stato verificato, pertanto:

$$I_b \times I_z$$

dove :

$I_b$         *corrente di impiego del circuito*

$I_z$         *portata del cavo a regime permanente*

#### 8.7 Resistenza di isolamento verso terra

Ogni impianto di illuminazione, all'atto della verifica iniziale, dovrà presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:

$$\frac{2 * U_o}{L \times N} M$$

dove:

$U_o$         *tensione nominale verso terra in kV dell'impianto (si assume il valore 1 per tensione nominale inferiore a 1 kV)*

$L$         *lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in km (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km)*

$N$         *numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico*

La misura sarà effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti; eventuali messe a terra di funzionamento devono essere disinserite durante la prova. Eventuali circuiti non metallicamente connessi con quello in prova saranno oggetto di misure separate; non è necessario eseguire misure sul secondario degli ausiliari elettrici contenuti negli apparecchi di illuminazione. Le misure saranno effettuate utilizzando un ohmmetro in grado di fornire una tensione continua non inferiore a 1500 V

### 8.8 Livello di isolamento verso terra

Il livello di isolamento verso terra dei componenti elettrici dell'impianto per i quali non esistono Norme specifiche di prodotto non dovrà essere inferiore ai valori della tabella seguente:

Gruppo impianto	Tensione nominale U del sistema (kV)	Tipo di isolamento	Tensione di riferimento per l'isolamento	Tensione di tenuta verso massa dei componenti per 60 s a 50 Hz (kV)	Tensione nominale U <sub>0</sub> /U dei cavi (kV)
C	0,4 < U < 1	principale	-	3	0,6/1
		rinforzato	-	6	2,3/3
E	3 < U < 6	-	7,2	20	6/10

### 8.9 Dispensori di terra

I dispersori saranno per materiale, dimensioni minime e collocazione, rispondenti alle prescrizioni di cui alla Norma CEI 64-8 per gli impianti di gruppo C ed alla Norma CEI 11-8 per gli impianti di gruppo E.

## 9 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI

### 9.1 Marcatura CE e marchi di conformità

Il Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 626 relativo all'attuazione della direttiva 93/68/CEE ha introdotto anche in Italia l'obbligo della marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione, generando talvolta confusione tra marcatura e marchiatura.

La marcatura CE è applicata dallo stesso costruttore (importatore o mandatario) che ha costruito e/o messo in commercio il materiale in Europa. L'apposizione della marcatura CE si effettua in alternativa, sul prodotto, sull'imballo, sulle avvertenze d'uso, sulla garanzia ecc. e deve essere visibile, leggibile e indelebile. La marcatura CE è obbligatoria e indica espressamente la rispondenza di quel prodotto ai requisiti essenziali di tutte le direttive europee che lo riguardano e che costituiscono l'unico vincolo tecnico obbligatorio. È lo stesso costruttore che stabilisce per il suo materiale l'applicabilità dell'una e/o dell'altra direttiva.

La marchiatura, invece, può essere richiesta dal costruttore, per alcuni prodotti di grande serie, a specifici enti (in Italia all'Istituto per il Marchio di Qualità IMQ).

Il marchio IMQ è previsto per materiale elettrico destinato ad utenti non addestrati e, per fornire ad essi la massima garanzia, viene concesso a determinate condizioni, in particolare:

- riconoscimento dei sistemi di controllo e di qualità del costruttore;
- approvazione del prototipo con prove di tipo;
- controllo della rispondenza della produzione al prototipo, su campioni prelevati dal mercato.

### 9.2 Corpi illuminanti

Per l'illuminazione delle varie zone è previsto l'impiego di corpi illuminanti, per circuiti di illuminazione di tipo "serie" alimentati con corrente da 1,2A e 1,8A. I corpi illuminanti devono possedere certificazione ENEC rilasciata da un organismo notificato e dotato di marchio CE di conformità del prodotto alle direttive della

### 9.3 Sostegni

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

I pali utilizzati sono in acciaio S275JR (Fe 430B), come da Norma UNI 10025-2, ed ottenuti per laminazione a caldo da tubi E.R.W., secondo Norma UNI EN 10217-1. zincati a caldo secondo la Norma UNI EN ISO 1461.

La protezione della base del palo dovrà essere sempre realizzata dal costruttore del palo stesso, con certificazione di conformità alla Norma UNI EN 40 da manicotto in acciaio saldato alla base.

I bracci sono costruiti utilizzando tubi saldati longitudinalmente ad induzione conformi alla Norma EN 10219-1/2. Il costruttore deve assicurare l'accoppiabilità dei bracci con i pali della presente specifica.

I processi di saldatura sono conformi alle Norme EN 1011-1 e 2, i procedimenti di saldatura sono conformi alle EN 288 -1e 2.

**I sostegni previsti per le installazioni sono certificati secondo la norma EN40 per installazione in zona ventosa 3 (EN 40-3-1) in quanto il territorio comunale rientra integralmente in tale ambito.**

E' previsto l'impiego di pali conici dritti, ricurvi o rastremati dritti, tutti laminati a caldo HSP in acciaio S275J spessore 4mm, zincati e verniciati, con manicotto di rinforzo alla base conformi alle prescrizioni tecniche adottate dal servizio strade e grandi reti tecnologiche del Comune di Napoli.

Le altezze utilizzate saranno rispettivamente di 5, 8 e 10 m fuori terra.

### 9.4 Cavi elettrici

#### 9.4.1 Cavi per impianti di II<sup>a</sup> categoria (MT)

Saranno utilizzati cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC, con le seguenti caratteristiche:

- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2;
- Strato semiconduttore: estruso(solo cavi Uo/U  $\geq$  6/10 kV);
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7;
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi Uo/U  $\geq$  6/10 kV);
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale;
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz;
- Colore: rosso. Caratteristiche funzionali
- Tensione nominale di esercizio RG7H1R: Uo/U 12/20 kV;
- Temperatura massima di esercizio: 90°C;
- Temperatura minima di esercizio: -15°C(in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C. Condizioni di posa
- Temperatura minima di posa: 0°C;
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo;
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame.

## 10 VERIFICHE PRELIMINARI

Per verifica si intende l'insieme delle operazioni necessarie per accertare la rispondenza di un impianto elettrico ai requisiti prestabiliti. Si distinguono tre tipi fondamentali di verifiche:

- la verifica ai fini della sicurezza;
- la verifica ai fini della regola d'arte;
- la verifica ai fini del collaudo.

### 10.1 Verifiche a vista

L'esame a vista consiste in un'ispezione visiva dell'impianto, più o meno approfondita secondo il caso, per accertare la rispondenza dell'impianto ai requisiti prestabiliti, senza l'effettuazione di prove. Ad esempio, si

controlla con un esame a vista la targhetta dei componenti elettrici, il rispetto del codice dei colori ecc. Gli esami devono essere condotti prima di eseguire le prove.

## **10.2 Verifiche strumentali**

La prova consiste nell'effettuazione di misure condotte con appropriati strumenti, o di altre operazioni necessarie per accertare l'efficienza della parte d'impianto in esame. Le verifiche strumentali da effettuare saranno:

- Misura della resistenza di isolamento per singolo circuito-
- Verifica della continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali.
- Misura della resistenza di terra.
- Misura della caduta di tensione a fondo linea a pieno carico.
- Misura dell'illuminamento e dell'uniformità di illuminamento.
- Tutte le verifiche e prove previste dalle normative vigenti.

Durante la verifica occorre adottare tutti gli accorgimenti necessari a garantire la sicurezza delle persone e dell'impianto elettrico stesso.

La ditta dovrà fornire tutte le strumentazioni del caso, che dovranno essere idonei ai valori da misurare secondo le prescrizioni normative e muniti di regolari certificati di taratura.

### **10.2.1 Misurazioni illuminotecniche**

Le misurazioni di caratterizzazione fotometrica degli impianti devono essere eseguite seguendo quanto previsto dalla UNI EN 13201-4. La taratura degli strumenti deve essere eseguita in un laboratorio di taratura accreditato con riferimento a campioni nazionali e, per la misurazione delle grandezze fotometriche, non deve essere anteriore a due anni.

Insieme ai risultati delle misurazioni deve essere indicata l'incertezza di misura per rendere possibile la verifica del superamento dei requisiti normativi. La conformità alla presente norma deve essere verificata tenendo conto delle incertezze di misura in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1.

### **10.2.2 Misurazioni per il collaudo dell'impianto di illuminazione**

Al fine di svincolare i risultati dalle condizioni della superficie stradale, se la categoria illuminotecnica prevede requisiti sulla luminanza della superficie stradale, viene misurato l'illuminamento, parallelo alla superficie stradale, negli stessi punti della griglia prevista dalla luminanza.

### **10.2.3 Misurazioni per la verifica prestazionale dell'impianto di illuminazione**

La misurazione viene eseguita per verificare, durante l'esercizio dell'impianto, il superamento dei requisiti imposti dalla categoria illuminotecnica di progetto.

Le grandezze misurate sono quelle specificate nella categoria illuminotecnica di progetto. Di regola le misurazioni devono essere eseguite rispettando le condizioni geometriche della griglia usata per i calcoli. L'impianto è considerato conforme se soddisfa i valori limite della categoria illuminotecnica di progetto e/o di esercizio nelle specificate condizioni di misura.