

THE  
**BLOSSOM**<sup>®</sup>  
AVENUE

FOR BETTER HUMAN LIVING

**PIANO ATTUATIVO CONFORME AL P.O. ADOTTATO**  
**Comparto 7 - Area di trasformazione TU\_C.cop1**  
**a destinazione logistica**

4.7.5

Relazione tecnica illuminazione pubblica

Scala

PROPONENTE



**CROMWELL**  
PROPERTY GROUP

Cromwell Property Group Italy S.r.l.

PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO DEL PROGETTO

**The Blossom Avenue Partners**

Prof. Arch. Marco Facchinetti

Urb. Marco Dellavalle

Arch. Luca De Stefani

Corso Italia 13, 20122, Milano

Tel +39 (02) 365 20482

[tbapartners@pec.it](mailto:tbapartners@pec.it)

PROGETTAZIONE

Studio Tecnico di Progettazione

Arch. Paolo Ceccantii

via Casine, 3, 56035 - Casciana Terme Lari

[info@studioceccantiarchitettura.it](mailto:info@studioceccantiarchitettura.it)

PROGETTAZIONE

Giannoni e Associati

Arch. Paolo Giannoni

Geom. Andrea Biagi

Geom. Michele Casalini

largo P. Lotti, 9/H, 56029 - Santa Croce sull'Arno

[giannoni.associati@leonet.it](mailto:giannoni.associati@leonet.it)

GEOLOGIA, GEOTECNICA SISMICA E AMBIENTALE

Studio Lithos

Dott. Eraldo Santarnecchi

via A. Diaz, 171, 56024 - Ponte a Egola

[info@studiolithos.net](mailto:info@studiolithos.net)

IDROGEOLOGIA E INVARIANZA IDRAULICA

Dott. Ing. Silvia Lucia

via di Gello, 42/I, 56038 - Ponsacco

[studiosilvialucia@gmail.com](mailto:studiosilvialucia@gmail.com)

STUDIO DEL TRAFFICO E ACUSTICA

TEA consulting

Ing. Massimo Moi

via G. B. Grassi, 15, 20157 - Milano

[moi@territorioambiente.com](mailto:moi@territorioambiente.com)

PROGETTAZIONE DEL PAESAGGIO E DEL VERDE

Studio Architettura Paesaggio di Luigino Pirola

Dott. Arch. Paesagg. Luigino Pirola

Via Piave 1 24040 - Bonate Sopra (BG)

[info@studioarchitetturapaesaggio.it](mailto:info@studioarchitetturapaesaggio.it)

## SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE.....	p.2
1.1	Generalità	
1.2	Glossario	
2	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	p.3
3	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI.....	p.4
3.1	Generalità	
4	PROGETTO ILLUMINOTECNICO.....	p.4
4.1	Descrizione	
5	LINEE GUIDA E MODALITA' TECNICHE D'ATTUAZIONE PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E ACUSTICO E IL CONSEGUENTE RISPARMIO ENERGETICO.....	p.6
5.1	Generalità	
5.2	Illuminazione delle intersezioni lineari a raso ed a rotatoria	
5.2.1	Identificazione delle categorie illuminotecniche di ingresso	
5.2.2	Identificazione della categoria illuminotecnica di progetto	
5.2.3	Identificazione delle categorie illuminotecniche di esercizio	
5.3	Simulazione illuminotecnica	
6	SCELTE PROGETTUALI.....	p.12
6.1	Regolazione	
7	PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI.....	p.13
7.1	Dati di progetto	
7.1.1	Caratteristiche dell'alimentazione	
7.2	Condizioni ambientali	
7.3	Impianto elettrico - scelte progettuali	
7.3.1	Suddivisione dell'impianto	
7.3.2	Tipo di alimentazione	
7.3.3	Quadri elettrici	
7.3.4	Protezioni contro i contatti diretti e indiretti e incendio	
7.3.5	Sezioni dei conduttori	
7.3.6	Portata dei cavi	
7.3.7	Tipo di condutture e relativi modi di posa	
7.3.8	Dispositivi di protezione	
7.3.9	Indipendenza dell'impianto elettrico	
7.3.10	Accessibilità dei componenti elettrici	
7.3.11	Scelta dei componenti elettrici	
7.3.12	Protezione contro i corto circuiti	
7.3.13	Protezione contro le ustioni	
7.3.14	Distribuzione elettrica svincoli	
8	SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE.....	p.19
8.1	Generalità	
8.2	Sostegni	
8.2.1	tipologia	
8.2.2	Basamenti	
8.2.3	Posa dei pali	

9	APPARECCHI ILLUMINANTI.....	p.20
9.1.1	Tipologia apparecchi	
9.1.2	Montaggio	
9.1.3	Regolazione	
10	CAVIDOTTI.....	p.22
10.1	Tipo di posa	
10.2	Pozzetti	
11	LINEE DI ALIMENTAIONE.....	p.24
11.1	Materiali costruttivi	
11.2	Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione	
11.3	Sfilabilità dei cavi	
11.4	Collegamenti delle fasi ai punti luce	
11.5	Giunzioni	
11.6	Identificazione dei circuiti e delle fasi	
11.7	Derivazioni verso le armature stradali	
11.8	Impianto di terra	



## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Generalità

Questo documento costituisce la relazione tecnica relativa alla progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione relativa alla nuova strada da realizzare come da tavola grafica allegata.

Rimane inteso che l'illuminazione a servizio di tutta Via Sicilia non sarà variata in quanto, si presume, sia stata realizzata secondo la normativa vigente all'epoca di realizzazione.

Oltre alla strada di cui al primo capoverso, sarà presente una nuova illuminazione a servizio dei nuovi parcheggi e zone a verde relativamente alla lottizzazione in oggetto.

Nella progettazione preliminare degli impianti d'illuminazione sono state adottate le soluzioni e individuate le tecnologie che soddisfano maggiormente i seguenti obiettivi:

- la sicurezza degli utenti stradali e degli operatori;
- facilità realizzativa;
- bassi costi per gli interventi di manutenzione;
- bassi costi di esercizio;
- risparmio energetico;
- controllo in remoto del sistema;
- rispetto degli standard aziendali.

In sede progettuale è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, non essendo possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio.

Pertanto, in relazione alle apparecchiature che si debbono ritenere specialistiche, i requisiti elencati negli elaborati progettuali potranno essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questo contesto o nelle tavole progettuali.

I riferimenti dei materiali di tipo commerciale, se presenti, sono da intendersi, in tutti gli elaborati progettuali, solo ed esclusivamente come dichiarazione esemplificativa di caratteristiche tecniche.

## 1.2 Glossario

Di seguito si riporta il significato di acronimi e/o di altri nomi tecnici utilizzati in questo documento.

Acronimo	Descrizione
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CIE	International Commission on Illumination
LED	Light Emitting Diode
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione

## 2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione.

Le principali norme applicabili sono:

- UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica diacciaio
- UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Verifica mediantecalcolo
- UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
- UNI 11248:2016 Illuminazione stradale – Selezione delle categorieilluminotecniche
- UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro inesterno
- UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale – Parte 2: Requisitiprestazionali
- UNI EN 13201-3:2016 Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delleprestazioni

- UNI EN 13201-4:2016 Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- Legge n°791 del 18-10-77 ;
- D.M. n°37 del 2008 ;
- D.Lgs. n°81 del 2008 ;
- D.Lgs. 626/97 del 30-06-97 ;
- D.Lgs. 277/97 del 31-07-97 ;
- Norma C.E.I. 11-17 ;
- Norma C.E.I. 11-1 ;
- Norma C.E.I. EN 60439 ;
- Norma C.E.I. 17-43 ;
- Norma C.E.I. 23-51 ;
- Norma C.E.I. 64-8 ;
- Guida C.E.I. 64-50 ;
- Norma C.E.I. particolari e specifiche per cavi e apparecchiature.

### 3 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

#### 3.1 Generalità

Questo capitolo inquadra l'intervento di progettazione preliminare relativo agli impianti di illuminazione previsti nell'ambito dell'intervento: *Piani attuativi "Comparto n.7/ TU\_C.cop1" e "Comparto n.8/TU\_C.cop2"*.

I dettagli, le metodologie di progettazione e di calcolo sono riportati nei capitoli successivi di questo documento e negli allegati richiamati.

### 4 PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI

#### 4.1 Descrizione

La necessità dell'impianto di illuminazione stradale in corrispondenza degli svincoli è indicata dal

D.M. 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, il quale, al punto 6 dell'allegato, prescrive che: l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

- Nodi di Tipo 1: intersezioni a livelli sfalsati con eventuali manovre di scambio(svincolo)
- Nodi di Tipo 2: Intersezioni a livelli sfalsati con manovre di scambio o incroci araso

Mentre per i Nodi di Tipo 3 (intersezioni a raso) l'illuminazione deve essere realizzata nei casi in cui si accerti la ricorrenza di particolari condizioni ambientali locali, invalidanti ai fini della corretta percezione degli ostacoli, come la presenza di nebbia o foschia (non presenti negli svincoli in progetto).

La tipologia dei nodi è definita nella figura dell'allegato qui di seguito riportata:

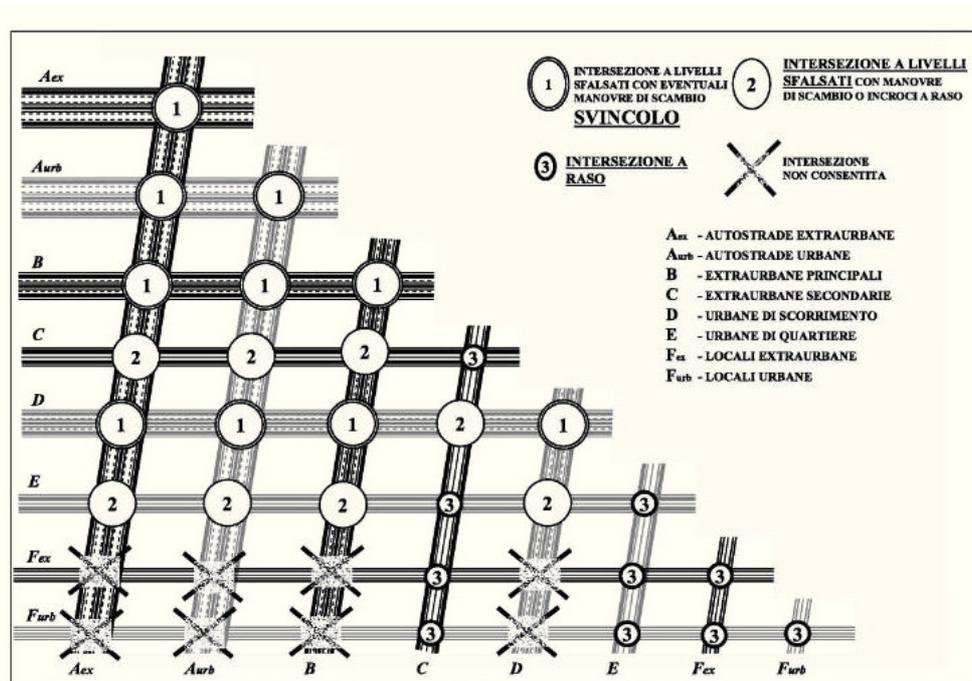


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizioni delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2016 “illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche”, preposta alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli impianti di illuminazione stradale, insieme al resto del quadro normativo (UNI EN 13201-2-3-4).

La norma, che si basa sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115:2010 e sui principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 fornisce le linee

guida per determinare le condizioni di illuminazione di una data zona della strada in relazione alla categoria illuminotecnica individuata dalla norma stessa.

Lo scopo è quello di contribuire, per quanto di competenza dell'impianto di illuminazione, alla sicurezza degli utenti della strada, alla sicurezza pubblica e al buon smaltimento del traffico.

Con questi riferimenti, vengono forniti gli elementi per selezionare le zone di studio, individuare le categorie illuminotecniche e le caratteristiche per definire le procedure di calcolo e di verifica, nonché, in particolare, per fornire i criteri decisionali sull'opportunità di illuminare una strada.

L'applicazione della norma prevede una procedura di analisi dei rischi, con la quale individuare la configurazione di impianto che garantisca la massima efficacia di contributo alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne e soprattutto permetta il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

Ciò premesso gli interventi in oggetto prevedono ***l'illuminazione delle corsie della nuova viabilità (intorno alla lottizzazione di progetto), delle intersezioni sia alla rotatoria esistente che su Via Sicilia nonché dei parcheggi e delle zone a verde.***

E' prevista fornitura in bassa tensione per tutte le nuove linee di illuminazione.

## 5 LINEE GUIDA E MODALITA' TECNICHE D'ATTUAZIONE PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E ACUSTICO E IL CONSEGUENTE RISPARMIO ENERGETICO

### 5.1 Generalità

Questo capitolo dettaglia le scelte progettuali seguite nella redazione del progetto illuminotecnico degli impianti di illuminazione delle strade oggetto dei lavori.

Per ogni area di intervento si evidenziano i requisiti illuminotecnici con l'identificazione delle categorie illuminotecniche di progetto conseguenti all'analisi dei rischi.

Ai fini illuminotecnici le intersezioni stradali possono essere divise in:

- Intersezioni lineari a raso;
- Intersezioni a livelli sfalsati;
- Intersezioni a rotatoria.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- Zone di intersezione o attraversamento;

- Zone di diversione o uscita;
- Zone di immissione.

Gli svincoli oggetto del presente intervento, presentano sia intersezioni a livelli sfalsati che intersezioni a rotatoria, di seguito esplicitate.

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati nella “Relazione di calcolo elettrico e illuminotecnico”.

## 5.2 Illuminazione delle intersezioni lineari a raso ed a rotatoria

### 5.2.1 Identificazione delle categorie illuminotecniche di ingresso

#### *Generalità*

Le aree di svincolo oggetto di studio, comprese le intersezioni a rotatoria presenti, rientrano in questa tipologia di intersezione.

In generale, gli elementi che compongono l'intersezione lineare a raso o a livelli sfalsati, così come pure per le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminati applicando le categorie illuminotecniche della serie C, indicate nella norma UNI EN 13201-2 del 2016.

#### *Identificazione delle zone di studio*

Le zone di studio vengono individuate come esplicitato nell'appendice A della norma UNI 11248 del 2016.

In dettaglio, si considerano zone oggetto di intervento, le seguenti:

- le zone di immissione e uscita sull'intersezione a rotatoria esistente di Via Sicilia – Via Dell'Arginello;
- l'intersezione a raso su Via Sicilia;

Il prospetto 1 della norma UNI 11248:2016 di seguito riportato, esplicita la classificazione delle strade secondo la normativa vigente ed associa, a ciascuna di queste, una categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi. Nel caso in esame, l'asse stradale viene adeguato ad una strada di tipo “F”, per cui la categoria illuminotecnica di ingresso associata è M4, come di seguito evidenziato.

**Prospetto 1 - 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 <sup>-1</sup> ]	categoria illuminotecnica di ingresso
<b>A<sub>1</sub></b>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
<b>A<sub>2</sub></b>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
<b>B</b>	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
<b>C</b>	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
<b>D</b>	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
<b>E</b>	Strade urbane di quartiere	50	M3
<b>F</b>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4fp2
		50	M4
	Strade locali urbane	30	C3fp1
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C4fp2
	Strade locali urbane: altre situazioni	5	C4fp2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi altri utenti)	50	M3
	Strade locali interzonali	30	C4fp2
		Non dichiarato	P2
<b>Fbis</b>	Itinerari ciclo-pedonali	30	
	Strade a destinazione particolare		

### Strade di accesso non illuminate

Con riferimento al prospetto 6 della norma UNI 11248, riportato di seguito, nel caso di zone di studio facenti parte di una strada non illuminata, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere pari alla maggiore tra categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se non venissero illuminate. Nel caso in oggetto tutte le strade di accesso sono illuminate ma si presume che per guasto o per eventuali accessi futuri possano essere presenti accessi da strade non illuminate.

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 $0,05 \text{ sr}^{-1} \leq Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	<b>C4</b>	C5	C5
Se $Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di $Q_0$ vedere punto 13 e l'appendice B.						

Prospetto 6 – UNI  
11248:2016

In questo caso, essendo le strade di accesso di categoria M4 e il valore  $Q_0$  (Coefficiente medio di luminanza) pari a  $0,07 \text{ sr}^{-1}$  (classe C4 per le pavimentazioni di asfalto), come indicato nel prospetto

B.1 della UNI 11248:2016 di seguito riportato, la categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi deve essere pari a C4.

### 5.2.2 Identificazione della categoria illuminotecnica di progetto

Le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio vengono calcolate attraverso un'analisi dei rischi, così come descritto nel cap. 8 della norma UNI 11248:2016. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza, di seguito esplicitati, al fine di individuare le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando, allo







## 6.1 Regolazione

Per ridurre gli oneri di manutenzione e i costi energetici, è previsto un eventuale sistema di regolazione del flusso luminoso basato sulle “onde convogliate”.

## 7 PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

### 7.1 Dati di progetto

#### 7.1.1 Caratteristiche dell'alimentazione

L'energia viene fornita in bassa tensione, al nuovo quadro elettrico, ubicato presumibilmente nell'area indicata nelle tavole grafiche, ed ha le seguenti caratteristiche:

- Frequenza 50Hz
- Tensione nominale 230V
- L'impianto è del tipo TT
- Potenza impegnata:
  - 3,1 kW trifase strada
  - 2,5 kW trifase parcheggi

I carichi elettrici sono costituiti principalmente dalle lampade a LED la cui potenza singola, considerando anche il driver, è indicata negli elaborati grafici e nella “Relazione di calcolo elettrico e illuminotecnico”.

### 7.2 Condizioni ambientali

Le opere sono realizzate in esterno.

### 7.3 Impianto elettrico – scelte progettuali

#### 7.3.1 Suddivisione dell'impianto

Il numero ed il tipo dei circuiti necessari sono stati determinati sulla base dei seguenti punti:

- punti di consumo dell'energia richiesta;
- carico prevedibile nei diversi circuiti;
- natura dei carichi da alimentare;
- evitare pericoli e ridurre inconvenienti in caso di guasto;
- facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza;
- selettività di intervento delle protezioni.

- sezionamento di parti di impianto in modo tale da garantire, per brevi periodi, l'illuminazione anche ad un livello degradato (ad esempio in casi particolari si illuminano solo alcune zone).

Ciò posto, sono state previsti n.6 circuiti di alimentazione indipendenti di cui: n.3 per la strada e n.3 per i parcheggi.

### **7.3.2 Tipo di alimentazione.**

L'impianto è alimentato in bassa tensione con fornitura trifase. La potenza presunta sarà di 6 kW e una Icc trifase presunta di 10 kA al punto di fornitura.

Il sistema elettrico è di I<sup>a</sup> categoria con la formazione di un sistema TT, quindi con neutro distribuito e direttamente a terra dalla parte dell'ente fornitore.

La fornitura e il quadro QDISTR sono installati in apposito involucro stagno all'esterno (ad esempio un armadio vetroresina Conchiglia).

### **7.3.3 Quadri Elettrici.**

Sarà installato un nuovo quadro elettrico generale QDISTR. Da questo si alimenteranno tutte le utenze relative all'illuminazione della strada e dei parcheggi attraverso apparecchiature di protezione manovra e comando.

All'interno dei quadri sono montate adeguate morsettiere per l'arrivo dell'alimentazione e la partenza dei cavi elettrici verso le singole utenze.

Tutti i quadri elettrici risultano certificati secondo la norma C.E.I. EN 60439/1.

### **7.3.4 Protezioni contro i contatti diretti e indiretti e incendio.**

- Tutti i proiettori previsti negli svincoli sono in Classe II (doppio isolamento) e, pertanto, non è prevista la messa a terra;
- conduttori di protezione di adeguata sezione per tutte le utenze elettriche non previste in classe II;
- protezioni differenziali a media ed alta sensibilità.

### **7.3.5 Sezione dei conduttori**

La sezione dei conduttori è determinata in funzione:

- della loro massima temperatura di servizio;



**K** è una costante il cui valore varia in base al materiale del conduttore e il materiale di isolamento del cavo,

**S** è la sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>.

Gli interruttori così scelti proteggeranno dai sovraccarichi la conduttura a valle dal loro punto di installazione.

I cavi hanno **colori distintivi** per tutta la loro lunghezza come indicato dalle norme 64-8/5: **giallo-verde** per i conduttori di protezione, di terra e equipotenziali; il **blu chiaro** per il conduttore di neutro.

**Il conduttore di protezione** con una sezione pari al conduttore di fase fino a 16 mm<sup>2</sup> e metà della sezione del conduttore di fase per sezioni superiori a 16 mm<sup>2</sup>.

**Il conduttore di neutro** dovrà avere la stessa sezione del conduttore di fase.

La portata dei cavi è determinata considerando una temperatura ambiente di 30° nel caso di posa in tubazioni o cassette, mentre nel caso di cavi posati interrati la temperatura del terreno considerata è di 20°C.

### 7.3.7 Tipi di condutture e relativi modi di posa

La scelta del tipo di conduttura e di posa è stata determinata da:

- natura dei luoghi;
- dalla possibilità che le condutture siano accessibili a persone e ad animali;
- dalla tensione;
- dalle sollecitazioni termiche ed elettromeccaniche che si possono produrre in caso di cortocircuito;
- dalle altre sollecitazioni alle quali le condutture possano prevedibilmente venire sottoposte durante la realizzazione dell'impianto elettrico o in servizio;
- facilità di realizzazione.

### 7.3.8 Dispositivi di protezione

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono determinate secondo la loro funzione, come, ad esempio:

- protezione dalle sovracorrenti (sovraccarichi, cortocircuiti);
- protezioni dalle correnti di guasto a terra;

- protezione dalle sovratensioni;
- protezione dagli abbassamenti o dalla mancanza di tensione;
- protezione dai contatti indiretti.

### **7.3.9 Indipendenza dell'impianto elettrico**

L'impianto elettrico è progettato in modo da escludere influenze mutue dannose tra lo stesso impianto elettrico e gli impianti non elettrici del comprensorio.

### **7.3.10 Accessibilità dei componenti elettrici**

I componenti elettrici sono previsti in posizioni tali da rendere agevole la loro installazione iniziale e la successiva eventuale sostituzione, nonché per permettere l'accessibilità per ragioni di funzionamento, verifica, manutenzione o riparazione.

### **7.3.11 Scelta dei componenti elettrici**

I componenti elettrici indicati nella relazione di calcolo elettrico sono stati scelti in funzione:

- del valore efficace della tensione al quale essi sono alimentati nell'esercizio ordinario;
- del valore efficace della corrente che devono portare nell'esercizio ordinario e dell'eventuale corrente che li può percorrere in regime perturbato per periodi di tempo determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione;
- della frequenza nominale dell'energia fornita;
- delle condizioni di installazione;
- della compatibilità con gli altri componenti elettrici;
- della prevenzione da effetti dannosi quali fattore di potenza, correnti di spunto, carichi asimmetrici, armoniche.

Tutte le apparecchiature indicate portano il marchio CE e IMQ, ove previsto. Il grado di protezione dei componenti è adeguato all'ambiente d'installazione.

### **7.3.12 Protezione contro i corto circuiti**

I dispositivi di protezione nei quadri e sulle apparecchiature hanno potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presente nel punto ove è installato il dispositivo.

E' eseguita la verifica termica dei conduttori nelle condizioni di corto circuito, secondo quanto stabilito dalla Norma CEI 64-8.

### 7.3.13 Protezione contro le ustioni

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

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

### 7.3.14 Distribuzione elettrica svincoli

Il progetto prevede la realizzazione di due impianti elettrici distinti a servizio dell'illuminazione della strada e dei parcheggi.

Le caratteristiche elettriche degli impianti d'illuminazione sono essenzialmente:

- Tensioni nominali di alimentazione: 230 V fase-neutro
- Frequenza nominale: 50Hz
- Distribuzione delle alimentazioni: trifase
- Tipo di distribuzione: in derivazione
- Caduta di tensione massima: 4%
- Fattore di potenza: 0,9

Per quanto riguarda la distribuzione elettrica, il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati costituiti da tubazione in PVC pesante, diametro 90 mm minimo, doppia parete del tipo corrugato, da posizionarsi su scavi a sezione obbligata realizzati con mezzi meccanici.

Al fine di permettere un corretto infilaggio dei cavi elettrici, le tubazioni saranno interrotte da pozzetti in CLS prefabbricati con chiusini carrabili.

## 8 SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE

## 8.1 Generalità

Questo capitolo, a completamento degli elaborati grafici riportati, descrive:

- le soluzioni tecniche adottate
- la tipologia dei materiali utilizzati
- le lavorazioni da eseguire
- le norme esecutive per la realizzazione e/o la messa in opera dei materiali

## 8.2 Sostegni

### 8.2.1 Tipologia

I pali utilizzati per il sostegno dei corpi illuminanti sono di altezza totale pari a 9,80 m (hft = 9,00 m) senza sbraccio montati direttamente su testa palo con inclinazione di 5°.

I pali sono completi delle seguenti lavorazioni eseguite e certificate dal costruttore:

- asola per l'ingresso dei conduttori di alimentazione posta a circa 300 mm dal piano di interramento.
- asola porta morsettiera (morsettiera in Classe II) completa di portello in alluminio.

I pali sono inseriti nel foro del basamento prefabbricato opportunamente predisposto. Lo spazio tra foro del basamento e palo è riempito, fino a circa 4 cm dal piano del basamento, con sabbia grossa debitamente bagnata e compressa fino a non lasciare nessun interstizio. La rimanente parte è riempita con malta antiritiro. La posa del palo è completata con collarino in CLS con gli spigoli opportunamente smussati per favorire il rapido allontanamento delle acque.

### 8.2.2 Basamenti

L'ancoraggio dei pali è realizzato attraverso la posa in opera di idonei basamenti di fondazione.

I basamenti sono del tipo prefabbricato in CLS vibrato con resistenza caratteristica non inferiore a  $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ , della dimensione di 106x78x85 cm.

Tutti i basamenti sono posti al di fuori della sede stradale. Nel plinto dovranno essere ricavati:

- Un pozzetto ispezionabile di dim. 40x40x40 cm, con fori laterali per l'innesto dei cavidotti;
- Un foro disperdente alla base;
- Fori passacavi;
- Foro per alloggiamento del palo.

La parte superiore dei basamenti di fondazione, su terreno naturale, è a giorno, ben levigata e squadrata, salvo diverse disposizioni impartite dalla direzione lavori; per le zone in rilevato, la profilatura della scarpata deve essere concordata con la direzione lavori.

### **8.2.3 Posa dei pali**

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

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

Sulla sezione trasversale i pali di illuminazione sono posti ad una distanza minima di 1 m dal bordo della strada in modo da ridurre i rischi di abbattimento in caso di svio dei veicoli.

Particolare attenzione deve essere posta nel posizionamento del palo sulla sezione trasversale, infatti, corpi illuminanti mal posizionati potrebbero portare a condizioni di illuminazione diverse da quelle calcolate nel progetto illuminotecnico.

Per l'esatto posizionamento planimetrico si faccia riferimento alla apposita tavola grafica allegata.

La quota di installazione dei corpi illuminanti nella strada, negli incroci e nella rotatoria è pari a 9,00 m dal piano stradale.

E' cura della direzione lavori verificare che eventuali alberature di qualsiasi tipo non vanifichino l'illuminamento occorrente.

## **9 Apparecchi illuminanti**

### **9.1.1 Tipologia apparecchi**

La scelta di utilizzare apparecchi a LED è in linea con l'attuale stato dell'arte che prevede sorgenti luminose ad elevata efficienza nell'ottica di contenere il consumo energetico.

Nella progettazione illuminotecnica si è cercato, per quanto possibile, di:

- non illuminare aree non destinate alla circolazione stradale,
- rientrare nei limiti minimi imposti dalla norma UNI. L'impianto

è comandato da un quadro elettrico per il quale è previsto:



di alimentazione, recepisce dei segnali digitali (tensione, corrente, fattore di potenza, frequenza, potenza, energia oltre allo stato degli interruttori e dei contattori) e trasmette tutte queste informazioni al centro di controllo tramite modem GSM/GPRS.

Il sistema è corredato di apposito SW per il setup e per la regolazione dell'impianto. Le funzionalità messe a disposizione del SW sono:

- Trasferimento di scenografie verso i ricevitori installati su ogni corpo illuminante nel momento in cui avviene il cambio ora solare/ora legale
- Polling continuo delle misure per verificare lo stato lampada (acceso/spento) e lo stato del ricevitore (comunica/non comunica)
- Scenografie per la configurazione e la gestione degli scenari di illuminazione ad orario o ad evento (intervento del timer)
- Polling raccolta min. consumo per la raccolta delle informazioni relative al livello percentuale di dimmerazione di ogni apparecchio illuminante
- Polling raccolta misure dei moduli in campo
- Cambio ora solare/ora legale per le impostazioni delle date di cambio ora solare/legale.
- Gestione allarmi per la configurazione delle chiamate da effettuare in caso di allarme
- Lettura/Scrittura da file delle configurazioni
- Comunicazione diretta con i ricevitori per lettura/scrittura configurazione, inizializzazione, livello di dimming
- Test di comunicazione con corpo illuminante

Il sistema di regolazione descritto permette di:

- a) regolare il flusso luminoso degli apparecchi tra 0% e100%.
- b) regolare il flusso luminoso dell'impianto in funzione delle condizioni ambientali esterne (crepuscolare) e delle condizioni di uso;
- c) compensare l'invecchiamento degli apparecchi e la riduzione prestazionale dovuta alla sporcizia tra una operazione di manutenzione e l'altra;

## 10 Cavidotti

### 10.1 Tipo di posa

In considerazione di criteri di sicurezza, requisiti estetici, requisiti funzionali, la distribuzione è realizzata completamente in cavidotto interrato dedicato ed in conformità con le norme CEI 11-17.

I cavidotti, sono costituiti con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari a flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Nei principali cambi di direzione sono previsti appositi pozzetti (per l'esatto posizionamento si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati).

Le canalizzazioni interrate per il contenimento e la protezione delle linee sono realizzate esclusivamente con: cavidotto flessibile a doppia parete (liscio all'interno, corrugato all'esterno), serie pesante, in polietilene ad alta densità, conforme alla Norma C 68 – 171, corredato di guida tirafilo e manicotto di congiunzione per l'idoneo accoppiamento, avente diametro nominale 110 mm.

All'interno dei pozzetti, l'imbocco delle canalizzazioni è debitamente stuccato con malta cementizia.

La profondità di posa minima dei cavidotti dal piano di calpestio è di norma:

- pari a cm 60 in sede non stradale;
- maggiore di cm 100, estradosso tubo, in sede stradale.

E' cura della direzione lavori verificare che i cavidotti siano posizionati ad adeguata distanza da eventuali apparati radicali degli alberi.

## **10.2 Pozzetti**

In corrispondenza dei nodi di derivazione, giunzioni e nei cambi di direzione, sono installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo.

Non sono previsti pozzetti di derivazione costruiti sul posto e realizzati con dime.

I pozzetti sono dotati di chiusini con carrabilità B125. Il chiusino è completo di dicitura "Impianti elettrici" o analoga concordata con la committenza.

Per il drenaggio delle acque di possibile infiltrazione, i pozzetti prefabbricati hanno il fondo completamente aperto; sono posati su letto di ghiaia costipata dello spessore minimo di cm 10.

Il controtelaio ed i lati dei pozzetti sono protetti e fissati attraverso uno strato di calcestruzzo dosato a q.li 2,5 di cemento per metro cubo e fissati saldamente.

I pozzetti hanno di norma le seguenti misure interne:

- pozzetto 40 x 40 x 40cm,
- pozzetto 50 x 50 x 80 cm.

I pozzetti di derivazione sono ricavati nel plinto del palo, ben allineati, con la battuta del chiusino sul telaio perfettamente combaciante per non creare rumorosità indesiderate.

Il cavidotto non potrà mai entrare nel pozzetto dal fondo dello stesso, ma solo lateralmente e ben stuccato con malta cementizia.

## **11 Linee di alimentazione**

### **11.1 Materiali costruttivi**

Le linee di alimentazione dorsale degli impianti di illuminazione degli svincoli, previste per la posa interrata ed entro pali metallici, supporti e/o sbracci, sono realizzate con cavi del tipo unipolare, con guaina del tipo FG16R16 con derivazioni all'interno del pozzetto alla base dei pali, rispondenti alle norme CEI.

### **11.2 Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione**

Per le dorsali di alimentazione è stata prevista una sezione uguale a quanto specificato negli schemi elettrici allegati.

Per le linee di alimentazione delle armature stradali si è imposta una sezione minima di 1,5 mmq.

La formazione dei cavi e la sezione dei cavi, per le varie linee di alimentazione che costituiscono le dorsali, è riportata negli elaborati planimetrici e negli schemi elettrici allegati.

### **11.3 Sfilabilità dei cavi**

E' previsto che il diametro interno dei tubi protettivi sia pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

### **11.4 Collegamento delle fasi ai punti luce**

Per tutti gli impianti è prevista una distribuzione monofase.

### **11.5 Giunzioni**

Le giunzioni delle linee dorsali, quando necessarie, sono realizzate esclusivamente in pozzetto e sono costruite in maniera perfetta per il ripristino del doppio grado di isolamento dei conduttori. La giunzione è realizzata con morsetto a pressione tipo C crimpato con pinza oleodinamica provvista delle matrici adeguate alle sezioni del cavo, rivestita con nastro isolante in PVC con almeno due passate, successivamente con almeno 3-4 passate di nastro autoagglomerante e come finitura nuovamente con due passate di nastro in PVC. Al completamento la giunzione è ricoperta con resina epossidica. A lavoro finito la giunzione deve risultare meccanicamente salda, non deve essere evidente la forma del morsetto utilizzato per la connessione, con i cavi ben distanziati tra di loro e mai affiancati.

In ogni caso le giunte devono essere rispondenti alle norme vigenti e risultare in classe di isolamento II.

#### **11.6 Identificazione dei circuiti e delle fasi**

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, contestualmente alla posa delle linee, è previsto che ogni conduttore venga opportunamente etichettato con l'indicazione del circuito e della fase di appartenenza per mezzo di fascette in nylon. L'indicazione è prevista all'interno dei pozzetti di giunzione, sulle derivazioni del palo e sul quadro elettrico in prossimità dell'interruttore corrispondente.

#### **11.7 Derivazioni verso le armature stradali**

La derivazione dalla linea dorsale verso le armature stradali è realizzata nella morsettiera posta all'interno della cassetta di derivazione montata sul palo.

Sono previste cassette di derivazione in vetroresina, con grado di protezione IP 44 secondo CEI EN 60529 e IK 10 secondo CEI EN 50102, idonee per la realizzazione di impianti in classe II, dotate di morsettiera bi/quadripolare con tensione di isolamento 450 V - corrente 40 A max, portafusibile per fusibile a cartuccia mm 10x38.

I fusibili da utilizzare sono 1 A per armature con potenza sino a 170W.

#### **11.8 Impianto di terra**

**Gli impianti sono realizzati in classe II e pertanto non occorre prevedere la messa a terra sia degli apparecchi illuminanti che dei pali.**