**Direzione Ricerca e Progettazione**
**Direzione Tecnica di Gruppo**
"Progettazione reti EE , IP e Fotovoltaico"

## PROGETTO DEFINITIVO

# ADEGUAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA IN CORRISPONDENZA DELLE VIE QUATTRO STAGIONI, FIUMICELLO E BELVIGLIERI, NEL COMUNE DI VERONA

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEL PROGETTO

Il Direttore

Direzione Ricerca e Progettazione
Direzione Tecnica di Gruppo
"Progettazione reti EE , IP e Fotovoltaico"
Busti ing. Marco

Il Committente

Comune di Verona

Il Progettista
Patuzzo ing. Andrea

ORDINE INGEGNERI VERONA E PROVINCIA
A 4198
ING. ANDREA PATUZZO

Gruppo di Lavoro
Rizzi p.i. Franco
Barbetta Nicola

Revisione N°: 00

Data Revisione: 10/06/2019

**N° ATTIVITA': 2019_P_059**

# RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEL PROGETTO

**INDICE:**

PARTE PRIMA: OBIETTIVI E DATI DI INPUT 2

1.1. Oggetto dell'intervento ed obiettivo del progetto 2

1.2. Stato di fatto 3

1.3. Normativa di Riferimento 3

PARTE SECONDA: SCELTE TECNICHE E VALUTAZIONI ECONOMICHE 5

2.1. Descrizione sintetica del progetto 5

2.2. Opere Civili 6

2.3. Sostegni 7

2.4. Cavidotti 7

2.5. Descrizione dell'Impianto Elettrico 7

2.6. Dimensionamento Elettrico dell'Impianto 10

2.7. Studio Illuminotecnico 11

2.8 Piano di manutenzione dell'opera 17

2.9 Note Generali sulla Cantierizzazione 18

2.10 Gestione delle interferenze con altri servizi esistenti e verifica delle distanze di sicurezza 18

2.11 Analisi Economica 18

PARTE TERZA: ALLEGATI 19

# PARTE PRIMA: OBIETTIVI E DATI DI INPUT

## 1.1. Oggetto dell'intervento ed obiettivo del progetto

La presente relazione tecnica descrive il progetto dell'impianto di illuminazione pubblica delle nuova rotatoria di progetto prevista all'incrocio delle vie Quattro Stagioni, Fiumicello e Belviglieri, nel Comune di Verona.

L'area oggetto di intervento è evidenziata nella planimetria sotto riportata.

Il progetto è funzionale a garantire la corretta illuminazione della nuova rotatoria stradale.

## 1.2. Stato di fatto

Allo stato attuale l'incrocio risulta illuminato da un vetusto apparecchio a sospensione, equipaggiato di lampada a scarica a vapori di sodio alimentato da una linea aerea.

Le strade confluenti invece sono illuminate da impianti costituiti da sostegni in acciaio e apparecchi di illuminazione equipaggiati di lampade a vapori di sodio; le linee di alimentazione di questi apparecchi sono interrate.

La realizzazione della rotatoria rende necessario un intervento di rifacimento dell'impianto esistente in quanto viene a variare sensibilmente la geometria dell'area da illuminare e gli impianti esistenti non risultano idonei a tale scopo.

## 1.3. Normativa di Riferimento

Le principali norme osservate per la redazione del progetto sono:

- Norme CEI 64-8
  Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata, e a 1500 V in corrente continua;

- Norma CEI 11-17
  Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;

- LEGGE REGIONALE 7 agosto 2009, n° 17
  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 10819
  Luce e illuminazione Impianti di illuminazione esterne Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

- Norma UNI 11248:2016
  Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche

- Norma UNI 13201-2
  Illuminazione stradale Parte 2: Requisiti prestazionali

- Norma UNI 13201-3
  Illuminazione stradale Parte 3: Calcolo delle prestazioni

- Norma UNI 13201-4
  Illuminazione stradale Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche

Inoltre sono state osservate le indicazioni riportate nelle seguenti Specifiche Tecniche interne al Gruppo AGSM, che standardizzano le metodologie di progettazione e realizzazione delle infrastrutture IP e le caratteristiche che le stesse devono possedere:

- DO_00180 r1 Realizzazione impianti di illuminazione pubblica;

- SP_0058 r0 Pali in lamiera d'acciaio per illuminazione pubblica;
- SP_0193 r2 Fornitura di apparecchi a led per illuminazione stradale;
- SA_F_0004 r0 Fornitura di pozzetti prefabbricati;
- SA_F_0005 r0 Fornitura di chiusini per pozzetti;
- SP_E_0006 r0 Cavidotti per la posa dei cavi elettrici per le reti di distribuzione dell'energia elettrica in bassa e media tensione, illuminazione pubblica e telecomunicazioni.

# PARTE SECONDA: SCELTE TECNICHE E VALUTAZIONI ECONOMICHE

## 2.1. Descrizione sintetica del progetto

Il progetto per l'adeguamento dell'impianto di illuminazione pubblica dell'incrocio tra via Quattro Stagioni, via Fiumicello e via Belviglieri, ove è prevista la realizzazione della una rotatoria stradale, è stato sviluppato sulla base dei seguenti input:

1) progetto definitivo del nuovo intervento previsto dalla Direzione Strade Giardini Arredo Urbano del Comune di Verona, trasmesso con lettera il 06/02/2019;

2) "linee guida" definite nell'Offerta Tecnica di AGSM Lighting presentata nel corso della gara per la gestione del servizio IP di Verona (Project Financing).

Preliminarmente alla stesura del presente progetto è stato eseguito un sopralluogo sul sito per verificare la posizione dei punti luce e delle linee di alimentazione esistenti inseriti nel sistema cartografico di AGSM e rilevare eventuali interferenze all'esecuzione del nuovo intervento di progetto.

Sulla base della planimetria di progetto del Comune e delle posizioni dei punti luce esistenti sulle strade confluenti, sono stati eseguiti specifici calcoli illuminotecnici per determinare le tipologie di punti luce adeguate ad assicurare i livelli di illuminamento normativi sull'area.

Si evidenzia che sui punti luce esistenti sono stati utilizzati nel calcolo illuminotecnico non gli attuali apparecchi equipaggiati di lampade a vapori di sodio, ma i nuovi apparecchi a led previsti nell'Offerta Tecnica dell'intervento di riqualificazione dell'impianto IP di Verona, in procinto di attuazione.

Le sorgenti luminose previste nel progetto sono costituite da apparecchi a led AEC serie Italo, già impiegati nel territorio del Comune di Verona.

I punti luce saranno posizionati in generale sul marciapiede, a ridosso delle recinzioni delle proprietà private.

L'ottimizzazione dei calcoli illuminotecnici sull'area di intervento ha portato alla individuazione di 4 nuovi punti luce necessari, in aggiunta alla riqualificazione dei punti luce esistenti e all'aggiunta di un apparecchio dedicato all'illuminazione dell'area a parcheggio pubblico situata a nord della rotatoria, con ingresso da via Pasti.

Le tipologie dei nuovi punti luce previsti sono le seguenti:

1) n.1 sostegno da 9 m fuori terra e apparecchio a led tipo AEC Italo1 0F2H1 STU-M 4.5-3M;

2) n.3 sostegni da 9 m fuori terra e apparecchi a led tipo AEC Italo1 0F2H1 STU-S 4.7-2M;

3) apparecchio tipo AEC Galileo 1 0F6 ASP-7N 4.5-1M staffato su sostegno di progetto n.2

Sui punti luce esistenti in prossimità della nuova rotatoria, come riportato già sopra, verranno sostituiti gli attuali apparecchi a scarica con i seguenti apparecchi a led:

1) per i sostegni da 12 m f.t. di via Fiumicello e via Quattro Stagioni: apparecchio a led tipo AEC Italo1 0F3 STE-M 4.5-4M;

2) per il sostegno da 9 m f.t. di via Belviglieri: apparecchio a led tipo AEC Italo1 0F2H1 STU-M 4.5-3M;

3) per il sostegno da 9 m f.t. di via Pasti: apparecchio a led tipo AEC Italo1 0F2H1 STU-S 4.7-2M.

Si rendono necessarie le seguenti opere di smantellamento degli impianti esistenti:

1) rimozione dell'apparecchio a sospensione esistente al centro dell'attuale incrocio e della relativa linea di alimentazione dalla parete dell'edificio che fa angolo con via Quattro Stagioni a nord di via Fiumicello;

2) rimozione della linea interrata che attraversa l'area della rotatoria, come evidenziato nella planimetria T301 "Stato attuale".

Le linee elettriche di alimentazione dell'impianto di progetto saranno interrate in nuovi cavidotti in tubo PEAD corrugato DN 125, fatti partire dai pozzetti dei punti luce esistenti, posati per lo più sotto ai nuovi marciapiedi, fatta eccezione per gli attraversamenti.

L'alimentazione del nuovo impianto verrà derivato dalla linea LIP2 esistente, proveniente dall'armadio 168 "Corazza" che percorre via Fiumicello.

## 2.2. Opere Civili

Le opere civili necessarie per la realizzazione dell'impianto sono costituite da:

- nuovi scavi per cavidotto interrato in tubo corrugato in polietilene a doppia parete di sezione Ø 125 per linea di alimentazione, come rappresentato nelle tavole di progetto allegate;

- nuovi plinti di fondazione dei punti luce e relativi pozzetti di derivazione, raccordati tra di loro con tubo corrugato in polietilene di sezione Ø 63, nelle posizioni indicate negli elaborati grafici allegati;

## 2.3. Sostegni

I sostegni dei nuovi punti luce sono costituiti da pali troncoconici in lamiera di acciaio zincata, diritti con altezza del punto luce pari a 9 metri fuori terra, come descritto nelle tavole grafiche allegate.

Tali sostegni non sono dotati di portella per morsettiera, in quanto le giunzioni per la linea di alimentazione verranno effettuate all'interno dei pozzetti situati in prossimità dei punti luce.

## 2.4. Cavidotti

Per l'esecuzione dei cavidotti interrati occorre attenersi alle prescrizioni tecniche precedentemente elencate.

Non sono poste condizioni particolari per incroci con cavi di energia ma gli attraversamenti dovranno essere realizzati in modo tale da mantenere una distanza minima di almeno 15 cm tra le tubazioni, quando non diversamente prescritto dalle specifiche norme.

Per gli attraversamenti di cavi di telecomunicazione non sono prescritti accorgimenti in quanto le due condotte sono in un tubo e non è prescritta distanza di sicurezza nei tratti con condotte parallele.

Per gli attraversamenti di tubazioni metalliche non contenenti materiali infiammabili si prescrive una distanza minima di 50 cm o 30 cm nel caso si interponga tra i tubi una soletta di calcestruzzo o materiale isolante; nel caso di parallelismi è richiesta una distanza di almeno 30cm.

Per gli eventuali attraversamenti di tubazioni metalliche contenenti materiali infiammabili il DM 24/11/1984 prescrive una distanza minima di 50 cm o 30 cm nel caso si interponga tra i tubi una soletta di calcestruzzo o materiale isolante che si prolunghi per almeno un metro nei sovrappassi e 3 metri nei sottopassi; nel caso di parallelismi e richiesta una distanza di almeno 50 cm.

## 2.5. Descrizione dell'Impianto Elettrico

| | |
|---|---|
| Tipo d'impianto: | Impianto elettrico utilizzatore di categoria I, con alimentazione dalla rete pubblica in bassa tensione; |
| Punto d'origine: | armadio di comando esistente armadio 168 "Corazza"; |
| Sistema di fornitura: | corrente alternata trifase, a frequenza nominale di 50 Hz; |
| Tensione nominale: | 400 V; |
| Sistema di distribuzione: | TT; |
| Potenza della fornitura: | 15kW |
| Classe di isolamento: | II |
| Correnti di corto circuito: | 10kA se P fornitura <= 30kW, 15kA se P fornitura > 30kW |

(rif. Norma CEI 0-21 – valore massimo della corrente di cortocircuito nel punto di connessione).

I nuovi apparecchi di illuminazione in classe di isolamento II saranno allacciati alla linea di alimentazione esistente in classe di isolamento I; complessivamente quindi l'impianto costituito da quadro, linee, sostegni e apparecchi risulta essere in classe I.

**Protezione contro i contatti Diretti**:
La protezione contro i contatti diretti sarà del tipo totale, effettuata mediante l'isolamento delle parti attive.

La protezione totale sarà realizzata mediante:

- isolamento delle parti attive senza possibilità di rimuovere l'isolamento stesso;
- involucri e barriere che assicurino un grado di protezione dalle parti attive ≥ IP XXB (inaccessibilità al dito di prova articolato Φ=12mm e l=18mm,il quale penetra completamente ma mantiene una distanza adeguata da parti pericolose).

La rimozione di barriere o involucri a portata di mano dovrà essere effettuata mediante attrezzo(cacciavite, chiave, ….).

**Protezione contro i contatti Indiretti**:
L'installazione dei nuovi apparecchi in Classe II sulle linee elettriche con apparecchi esistenti in classe di isolamento I, determinerà che sulla stessa linea di alimentazione (LIP) saranno collegati apparecchi in classe di isolamento diverso. Il risultato finale sarà che allo stato di progetto gli impianti saranno di fatto in Classe I e quindi per la protezione dei contatti indiretti occorrerà attenersi alle prescrizioni Normative della CEI 64/8.

Essendo il sistema di alimentazione BT di tipo TT in generale gli impianti saranno protetti mediante interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto a terra rilevato da apparecchi differenziali.

Il sistema nel suo complesso dovrà rispettare la seguente condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

Dove:

$R_E$ è la resistenza del dispersore in Ω;
$I_{dn}$ è la corrente nominale del dispositivo differenziale in A;
$U_L$ valore massimo della tensione di contatto che è possibile mantenere per un tempo infinito in condizioni ambientali specificate, pari a 50V nel caso di studio.

Al dispersore non verranno collegati i nuovi apparecchi in Classe II dell'impianto di progetto.

Per i sostegni dei punti luce, sempre in riferimento alla protezione dai contatti indiretti, varranno le seguenti considerazioni: dove è previsto l'impiego di cavi elettrici in Classe II non si dovrà eseguire il collegamento a terra dei sostegni.

**Caratteristiche delle linee elettriche**:
Le linee elettriche di alimentazione dell'impianto saranno realizzate in cavo unipolare isolato in EPR, tipo FG16R16.

Al fine di garantire la realizzazione dell'impianto in Classe II tutti i cavi elettrici devono avere tensioni di isolamento almeno pari a 0,6/1kV.

**Apparecchi di illuminazione:**
Gli apparecchi adottati in fase progettuale corrispondono alla tipologia utilizzata da AGSM Lighting per gli impianti di illuminazione sul territorio comunale:

- **AEC Italo1 0F2H1 STU-M 4.5-3M 4.000K**
- **AEC Italo1 0F2H1 STU-S 4.7-2M 4.000K**
- **AEC Galileo 1 0F6 ASP-7N 4.5-1M 4.000K**
- **AEC Italo1 0F3 STE-M 4.5-4M 4.000K**

Si allega alla presente relazione la scheda tecnica degli apparecchi sopra indicati.

## 2.6. Dimensionamento Elettrico dell'Impianto

Nel presente progetto si è scelto di non eseguire il dimensionamento elettrico dell'impianto con la costruzione del modello della linea LIP2 nel software di calcolo Neplan, in quanto l'assetto della LIP2 non viene sostanzialmente modificato con la realizzazione dell'intervento di progetto.

Infatti l'attuale carico elettrico nell'area dell'incrocio è costituito dai seguenti apparecchi:

- matr. 5 via Quattro Stagioni: Philips SGS306, lampada SAP 250W
- matr. 27 via Fiumicello: Philips SGS306, lampada SAP 250W
- matr. 1 via Pasti: Cappelletti 300, lampada SAP 100W
- matr. 2 via Pasti: Fivep Nova 11, lampada SAP 150W
- matr. 1 via Belviglieri: Fivep Nova 11, lampada SAP 150W

Sommando le potenze degli apparecchi attualmente in servizio con i relativi autoconsumi degli alimentatori (stimati nel 15% della potenza nominale delle lampade), risulta un carico elettrico complessivo pari a 1.035 W.

Gli apparecchi di progetto che saranno posati a seguito dell'intervento di adeguamento dell'illuminazione pubblica per la realizzazione della rotatoria, sono elencati qui di seguito:

- n. 2 AEC Italo1 0F2H1 STU-M 4.5-3M da 44.5W
- n. 4 AEC Italo1 0F2H1 STU-S 4.7-2M da 40.5W
- n. 1 AEC Galileo 1 0F6 ASP-7N 4.5-1M da 39.5W
- n. 2 AEC Italo1 0F3 STE-M 4.5-4M da 75W

Il carico elettrico complessivo degli apparecchi di progetto previsti nell'area di intervento risulta pari a 440.5 W (la potenza nominale indicata è quella totale assorbita dagli apparecchi a led).

Dal confronto ex ante – ex post, risulta evidente una consistente riduzione del carico elettrico pari a poco meno di 600 W e ciò significa una minor corrente assorbita sulla LIP2, a vantaggio di una minor caduta di tensione sull'intera LIP2.

In sostanza si può affermare che ipotizzando una caduta di tensione entro i limiti normativi allo stato attuale dell'impianto di illuminazione pubblica sotteso alla LIP2, dopo l'intervento di progetto la c.d.t. sarà sicuramente inferiore.

| |
|---|
| Al fine di verificare le considerazioni sopra riportate, si prescrive di effettuare una serie di misure di tensione sugli apparecchi di illuminazione a fondo linea (matr. 32 di viale Spolverini, matr. 17 di via Pasti, matr. 10 di via Belviglieri e matr. 7 di via Martinati) a conferma della c.d.t. entro i limiti normativi (5% della tensione sul quadro) ed in caso di esito negativo occorrerà intervenire sull'assetto della LIP2 per contenere la c.d.t. . |

Al fine del coordinamento del dispositivo di protezione magnetotermico per guasto a fine linea per la linea LIP2, occorre far rientrare la parte di impianto interessato in uno dei 33 standard costruttivi previsti nella Relazione Tecnica Generale "*Verifica e Standardizzazione delle tipologie costruttive degli impianti di Illuminazione Pubblica di AGSM Lighting srl al fine della protezione contro il sovraccarico ed il cortocircuito e del corretto coordinamento tra dispositivi di protezione e conduttori nel rispetto delle prescrizioni della Norma CEI 64-8",* revisione 02 del 09/03/2015 (es. sostituzione interruttore magnetotermico con uno di portata nominale da 20A ).

Le caratteristiche elettriche della nuova linea di alimentazione dell'impianto (tipo e sezione dei conduttori) e le fasi a cui allacciare gli apparecchi, sono riportate sull'elaborato grafico T302 del progetto.

## 2.7. Studio Illuminotecnico

L'area oggetto di intervento si può suddividere in 2 zone tipologiche di studio.

Per le zone di studio è stata eseguita la classificazione illuminotecnica individuando, come richiesto dalla normativa di riferimento UNI 11248-2016, la categoria illuminotecnica adeguata.

Sono stati eseguiti poi i calcoli illuminotecnici ed è stata verificata la corrispondenza dei parametri illuminotecnici alle prescrizioni normative.

**Classificazione della strada:**

Per la classificazione della strada è stata utilizzata la norma UNI 11248-2016, norma che detta i criteri per la selezione delle categorie illuminotecniche per l'illuminazione stradale.

Dalla documentazione del PUT del Comune di Verona è stata ricavata la classificazione funzionale di ogni strada confluente nell'incrocio in questione:

- **Via Quattro Stagioni = "Strada urbana Locale"**
- **Via Fiumicello = "Strada urbana Locale"**
- **Via Belviglieri = "Strada urbana Locale"**
- **Via Pasti = "Strada urbana Locale"**

La seguente tabella, che riporta il prospetto 1 della norma UNI 11248-2016, riassume sinteticamente le diverse tipologie di strade, così come classificate dal Codice della Strada.

| 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 | |

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792[10].
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".

**Definizione della Categoria Illuminotecnica:**
Il prospetto 1 soprariportato assegna alle strade in oggetto la seguente categoria illuminotecnica di ingresso:

- **CII= M4**

Per le intersezioni stradali, l'appendice A della norma UNI 11248:2016 "Illuminazione delle intersezioni stradali" prescrive al punto A.2.1.1 di utilizzare le categorie illuminotecniche della serie "C" per l'illuminazione degli elementi dell'intersezione; inoltre al punto A.2.1.3 che le "strade di accesso illuminate" devono essere classificate con 1 livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso.

Per le rotatorie l'appendice A.3 della norma UNI 11248:2016 "Illuminazione delle intersezioni a rotatoria" detta che anche le rotatorie devono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie "C"; inoltre analogamente alle altre intersezioni, precisa che la categoria di ingresso per la carreggiata della rotatoria deve essere di 1 livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle delle strade afferenti.

Pertanto osservando il prospetto 6 della norma UNI 11248:2016 e considerando che tutte le strade sopracitate hanno la CII pari a M4, si ricava che la CII delle strade afferenti alla rotatoria e quella della rotatoria stessa è pari a C3 (1 livello superiore).

Riepilogando le aree del calcolo illuminotecnico e le relative categorie risultano le seguenti:

| Sigla Area | Nome | Tipo area + Categoria illuminotecnica di ingresso |
|---|---|---|
| **(1)** | Strade di accesso | **Strada urbana Locale C3** |
| **(2)** | Rotatoria | **Rotatoria C3** |

La categoria illuminotecnica di ingresso non può essere utilizzata direttamente nel progetto illuminotecnico ma deve essere sottoposta ad un'**analisi dei rischi**, come espressamente richiesto dalla Norma UNI 11248:2016 al paragrafo 8. Tale analisi dei rischi è funzionale alla determinazione della categoria illuminotecnica di progetto (CIP).

La norma infatti prescrive che, una volta individuate la categoria illuminotecnica di ingresso per mezzo del prospetto 1 (vedi parte precedente), si proceda con l'individuazione della categoria illuminotecnica di progetto per mezzo di una analisi dei rischi nella quale siano esplicitati i criteri e le fonti delle informazioni che hanno portato alle scelte effettuate. Tali fonti potranno consistere in indicazioni del gestore e/o proprietario delle strade, in dati reperibili in rapporti CIE o in generale in letteratura, e/o, in assenza di queste, in base a valutazioni del progettista.

L'analisi dei rischi in linea generale dovrebbe essere condotta per mezzo delle seguenti fasi:

1) sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;

2) individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali Direttive e norme cogenti, dalla presente norma e da esigenze specifiche;

3) studio preliminare del rischio, determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto fra incidenti diurni e notturni, e classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;

4) creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti da, direttive e norme cogenti, per quanto dipendenti dalle condizioni di illuminazione.

Relativamente ai parametri di influenza, questi sono classificati dalla norma UNI 11248:2016 in due tipologie:

a) quelli costanti nel lungo periodo;

b) quelli variabili nel tempo in modo periodico o casuale.

I primi, definiti nel prospetto 2 della norma, determinano la categoria illuminotecnica di progetto di una determinata strada o area da illuminare, mentre i secondi, definiti nel prospetto 3 della stessa, determinano la categoria illuminotecnica di esercizio (CIE) della stessa strada o area da illuminare.
Quindi, in questa fase, essendo l'obiettivo quello di definire le categorie illuminotecniche di progetto (CIP) a partire da quelle di ingresso (CII), precedentemente definite alla parte 2, si prenderanno in considerazione i soli parametri del prospetto 2 della norma, che si riporta nel seguito:

| 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].

Analizzando i principali parametri di influenza descritti nella tabella di cui sopra, indicati per la circolazione stradale e considerato per le strade in questione:

- campo visivo normale

Conseguentemente la classificazione illuminotecnica di progetto per le aree in oggetto è la seguente:

| Sigla Area | Nome | Categoria illuminotecnica di progetto |
|---|---|---|
| **(1)** | Strade di accesso | **C4** |
| **(2)** | Rotatoria | **C4** |

La categoria illuminotecnica di esercizio (CIE) di un impianto di illuminazione descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa.

Per un impianto, una determinata CIE viene attivata in base a specifiche operative oppure al verificarsi di definite condizioni di uno o più dei parametri di influenza variabili nel tempo.

La valutazione dei parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale può avvenire su indicazioni del committente, attraverso metodi statistici noti, con misurazioni ad hoc prolungate nel tempo o con misurazioni continue in tempo reale, come negli impianti adattivi. Altri parametri possono essere individuati dal progettista in base alle condizioni della zona di studio.

Il prospetto 3 della norma UNI 11248-2016 presenta alcune indicazioni 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 |

Dall'analisi del prospetto 3 soprariportato è ragionevole supporre senza necessità di ricorrere a precise misurazioni, che il traffico in alcune ore della notte nella strada in oggetto si riduca sensibilmente fino a raggiungere quei valori in tabella che consentono la riduzione di 1 o anche di 2 categorie illuminotecniche; probabilmente il flusso di traffico potrebbe essere di fatto già ridotto anche nelle ore diurne rispetto alla portata di servizio della strada.

Anche se la norma prevede la possibilità di spingersi fino alla riduzione di 2 categorie, si ritiene opportuno non ridurre la classificazione di progetto sopra definita di oltre 1 categoria illuminotecnica, sempre per i motivi di tutela della sicurezza della circolazione da parte di tutti gli utenti della strada.

Conseguentemente la classificazione illuminotecnica di esercizio per le aree in oggetto potrà essere:

| Sigla Area | Nome | Categoria illuminotecnica di progetto |
|---|---|---|
| **(1)** | Strade di accesso | **C5** |
| **(2)** | Rotatoria | **C5** |

Il gestore degli impianti di illuminazione pubblica potrà quindi applicare agli apparecchi di progetto, dotati di dispositivo di regolazione del flusso luminoso incorporato nel driver di alimentazione, un profilo di dimmerazione che riduca il flusso luminoso nelle ore notturne fino al 25% (differenza tra i valori illuminotecnici delle categorie C4 e C5), in accordo comunque con il settore competente del Comune e con gli organi di pubblica sicurezza.

**Calcolo Illuminotecnico:**
La determinazione dei livelli di illuminamento è stata effettuata con apposito software di calcolo DIALUX EVO 8.1, utilizzando la curva fotometrica degli apparecchi individuati:

- **AEC Italo1 0F2H1 STU-M 4.5-3M 4.000K**
- **AEC Italo1 0F2H1 STU-S 4.7-2M 4.000K**
- **AEC Galileo 1 0F6 ASP-7N 4.5-1M 4.000K**
- **AEC Italo1 0F3 STE-M 4.5-4M 4.000K**

i valori illuminotecnici prescritti nel prospetto 2 della normativa UNI EN 13201-2 per la categoria C4 sono i seguenti:

| Categoria illuminotecnica di progetto | Illuminamento Orizzontale medio | Uniformità Generale |
|---|---|---|
| **C4** | $E_{med} \geq 10$ lux | $U_0 \geq 0,40$ |

Lo studio è stato effettuato sulla base della planimetria del Progetto Definitivo del nuovo intervento previsto dalla Direzione Strade Giardini Arredo Urbano del Comune di Verona, trasmesso con lettera il 06/02/2019.

**Risultati Illuminotecnici:**
I risultati del calcolo relativi alla zona di studio relativa alle strade confluenti nell'incrocio in oggetto sono i seguenti:

| Sigla Area – CIP | Illuminamento Orizzontale medio | Uniformità Generale |
|---|---|---|
| **(1) – C4** | **$E_{med}$ = 15,1 lux** | **$U_0$ = 0,43** |
| **(2) – C4** | **$E_{med}$ = 16,1 lux** | **$U_0$ = 0,80** |

Si allega alla presente lo studio illuminotecnico relativo alle zone di calcolo esaminate.

**Verifica dei risultati del calcolo illuminotecnico**
Nelle condizioni di progetto e con la configurazione degli apparecchi adottata, i valori illuminotecnici sulle strade di accesso alla rotatoria e la carreggiata della rotatoria stessa risultano conformi ai minimi stabiliti dalla norma, anzi un po' superiori a favore della sicurezza della circolazione.

Sulla tavola di progetto T301 sono riportate le posizioni, le caratteristiche e i puntamenti dei punti luce che concorrono a raggiungere i risultati del calcolo illuminotecnico.

## 2.8 Piano di manutenzione dell'opera

La corretta manutenzione degli impianti è fondamentale per garantire la sicurezza degli stessi e, nel caso dei corpi illuminanti, per mantenere nel tempo i parametri illuminotecnici di progetto.

La manutenzione deve essere eseguita sia per ovviare ad inconvenienti improvvisi, sia in modo programmato, per prevenire inconvenienti e pericoli.

**Manutenzione dei corpi illuminanti**:
Per i calcoli del livello mantenuto dei parametri illuminotecnici è stato imposto un coefficiente di manutenzione pari a 0,8. Tale scelta appare appropriata in base all'assenza, in quantità rilevanti, di agenti inquinanti in grado di ridurre significativamente il flusso emesso dal corpo illuminante e in base alla bassa perdita di efficienza, nel corso del loro ciclo di vita, delle sorgenti a LED impiegate e delle ottiche inserite sulle sorgenti LED.

Le sorgenti a LED utilizzate per l'illuminazione pubblica hanno una durata media elevata (circa 80.000/100.000 ore), non variabili in relazione a vari parametri quali il numero di accensioni, la temperatura esterna, la stabilità della tensione di alimentazione, ecc. a differenza delle lampade a scarica; considerando che le aree esterne necessitano di luce artificiale per circa 4200 ore/anno, occorrerà prevedere una pulizia generale del corpo dopo circa 9-10 anni (a circa il 50% della stima di vita dei corpi).
In generale gli interventi di manutenzione ordinaria dovranno essere inseriti nel programma generale di gestione dei vari impianti di illuminazione pubblica del Comune.

**Manutenzione programmata degli impianti elettrici**:
Come per l'illuminazione, si consiglia una visita annuale per controllare:

- il corretto grado di protezione dei quadri elettrici e di tutte le apparecchiature, quindi il buono stato di barriere e involucri nei riguardi della protezione contro i contatti diretti;
- la funzionalità degli interruttori con relè differenziale presenti con prove di funzionamento.

Si consiglia inoltre di eseguire ulteriori verifiche, ad esempio la misura dei corretti valori della resistenza di isolamento delle linee elettriche che, essendo interrate, negli anni potrebbero subire danneggiamenti. La verifica comporta prove di isolamento con idoneo strumento.

## 2.9 Note Generali sulla Cantierizzazione

La realizzazione dell'impianto di illuminazione dovrà essere eseguita secondo quanto prescritto nel presente progetto.

Eventuali variazioni per modifiche, miglioramenti o imprevisti, che si rendessero necessarie in fase esecutiva dovranno essere preventivamente discusse dalla Direzione Lavori con il progettista e successivamente approvate da quest'ultimo.

Tutte le eventuali autorizzazioni necessarie all'esecuzione delle opere descritte nel presente progetto sono a cura e carico del Comune di Verona.

## 2.10 Gestione delle interferenze con altri servizi esistenti e verifica delle distanze di sicurezza

Il rilievo propedeutico alla redazione del progetto ha permesso di evidenziare la presenza di linee energia elettrica di bassa e media tensione interrate e di una linea aerea di bassa tensione in cavo, che attraversano l'area interessata e che potrebbero interferire con l'opera di progetto e con le lavorazioni per la sua realizzazione (cantiere).

Per la linea aerea di energia elettrica in bassa tensione che attraversa l'area della rotatoria, il Comune di Verona ha chiesto specificatamente la possibilità alla società esercente (Megareti) di interrare detta linea, rendendosi disponibile ad effettuare eventuali predisposizioni edili necessarie per la realizzazione dell'intervento e facendosi carico dei costi delle lavorazioni a cura del Distributore.

## 2.11 Analisi Economica

La quantificazione della spesa per l'esecuzione dei lavori di cui al presente progetto è riportata nel fascicolo contenente il Quadro Economico dell'intervento ed il Computo Metrico Estimativo.

## PARTE TERZA: ALLEGATI

| | |
|---|---|
| ➢ Elaborati Grafici | 19P059_PD_DIS – T301_r00 |
| | 19P059_PD_DIS – T302_r00 |
| ➢ Calcolo Illuminotecnico | 19P059_PD_DOC - CalcILL_r00 |
| ➢ Quadro Economico e Computo Metrico | 19P059_PD_DOC - CM+QE_r00 |
| ➢ Scheda tecnica dei punti luce di progetto | 19P059_PD_DOC - STPuntiLuce_r00 |
| ➢ Report Fotometrici degli apparecchi di progetto | 19P059_PD_DOC - Fotometrie_r00 |
| ➢ Dichiarazione di Conformità del progetto illuminotecnico ai sensi della LRV17/2009 | |