



Settore Verde Parchi e Agricoltura Urbana



COMUNE DI
PADOVA

Realizzazione del Parco della Guizza

Progetto n° 2023-10

Codice Opera:

CUP:

Importo complessivo:

1.5

Progettista esterno: arch. Anna Costa

Consulente elettrico: p.i. Martino Cecchinato

Progetto esecutivo

**Elaborato: Relazione
opere impiantistiche**

RUP: dott. agr. Degl'Innocenti Ciro

Capo Settore: dott. agr. Degl'Innocenti Ciro

INDICE

1	PREMESSE	2
2	ESIGENZE DA SODDISFARE E DATI DI PROGETTO	3
2.1	Descrizione degli impianti previsti	3
2.2	Punto di consegna dell'energia e principali dati tecnici di progetto - allacciamento degli impianti	7
2.3	Classificazioni dei sistemi elettrici	7
3	MISURE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE ELETTRICA	9
3.1	Sezionamento ed interruzione	9
3.2	Protezione dai contatti diretti	9
3.3	Protezione dai contatti indiretti	9
3.4	Protezione da sovraccarico	10
3.5	Protezione da cortocircuito (art. 714.43 e sez. 434 norma CEI 64-8)	11
3.6	Prescrizioni aggiuntive per gli impianti di illuminazione esterna	12
3.7	Protezione contro le influenze esterne – scelta delle apparecchiature	13
3.8	Protezione contro i fulmini (art. 714.35 norma CEI 64-8)	13
3.9	Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dai conduttori delle linee elettriche aeree esterne (art. A.3.1 sez. 714 norma CEI 64-8)	14
4	PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO	15
5	CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICI	17
5.1	Premesse	17
5.2	Riferimenti legislativi e normativi adottati	17
5.3	Zone di studio e relative classificazioni – vialetti e anelli	19
5.4	Zone di studio e relative classificazioni – campetti polivalenti	20
5.5	Caratteristiche degli impianti di illuminazione esterna previsti	22
5.6	Modalità di alimentazione e gestione degli impianti di illuminazione previsti	22
5.7	Rispetto dei criteri tecnici della L.R. Veneto 17/09	23
5.8	Documentazione a corredo degli apparecchi illuminanti prescelti	24
5.9	Dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico	24

1 **PREMESSE**

Il progetto esecutivo che si allega, di cui la presente relazione è parte integrante, ha per oggetto i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti all'esecuzione a perfetta regola d'arte **degli impianti elettrici di illuminazione pubblica esterna e di spinamento forza motrice** nell'ambito dell'intervento di **realizzazione del Parco della Guizza a Padova**; per meglio identificare le aree, i vialetti e le aree di sosta, oltre che la loro conformazione fisica si rimanda alle planimetrie ed agli altri elaborati, anche di progettazione infrastrutturale, allegati al progetto.

La presente relazione, e la documentazione allegata in appendice, ha lo scopo fondamentale di illustrare il *quadro delle esigenze da soddisfare e i dati di progetto (cap. 2), le misure di protezione e di sicurezza elettrica da adottare (cap. 3) e le norme tecniche applicate e/o applicabili (cap. 4).*

Infine, con specifico riferimento ai previsti impianti di illuminazione esterna, nel cap. 5 "*calcoli di dimensionamento illuminotecnici*" sono descritti gli aspetti di classificazione delle zone e di identificazione / dimensionamento dei relativi parametri illuminotecnici di progetto, oltre che di rispetto della vigente legge regionale Veneto n°17/09 (in materia di contenimento dell'inquinamento luminoso, risparmio energetico, tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici).

Per la definizione delle principali caratteristiche tecnico-costruttive degli impianti previsti, invece, si rimanda allo specifico allegato "*Capitolato speciale d'appalto - sezione tecnica impianti elettrici*", oltre che ai contenuti di tutti gli elaborati grafici di progetto.

La progettazione degli impianti elettrici ha tenuto conto anche degli obblighi in capo al progettista derivanti dall'osservanza delle norme in materia di sicurezza e salute dei lavoratori, in particolare del D.Lgs. 81/2008 che tra l'altro ribadisce che "*...i progettisti dei luoghi o posti di lavoro e degli impianti rispettano i principi di prevenzione in materia di sicurezza e di salute al momento delle scelte progettuali e tecniche...*".

2 ESIGENZE DA SODDISFARE E DATI DI PROGETTO

2.1 Descrizione degli impianti previsti

Si intende di seguito descrivere, compiutamente, il complesso degli impianti elettrici di illuminazione pubblica esterna e di spinamento forza motrice in generale previsti a servizio dell'intero ambito di intervento, tenendo in debita considerazione *in primis* degli aspetti di sicurezza e di rispetto della normativa vigente.

Si premette che, data la varietà e la diversità delle soluzioni illuminotecniche previste in progetto, per una miglior interpretazione del presente capitolo si rende necessaria nel contempo la lettura di tutti gli altri elaborati che compongono il fascicolo documentale (ed in particolare delle planimetrie, della rettificazione / schema a blocchi di impianto, dei particolari costruttivi e dello schema elettrico del quadro "Q.IP"); ciò detto, sono previste le seguenti opere elettriche:

ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE – OPERE COMUNI

1. Fornitura e posa in opera di n°2 armadi stradali in vetroresina affiancati, di tipologia e caratteristiche dimensionali idonee, di cui il primo atto a contenere al suo interno il nuovo punto di consegna e fornitura dell'energia / contatore trifase (a cura dell'Ente distributore), mentre il secondo destinato al contenimento e l'assieme di tutte le necessarie apparecchiature per la distribuzione, la protezione ed il comando degli impianti di seguito descritti (denominato quadro elettrico "Q.IP" - illuminazione pubblica).

Data la notevole estensione dell'intero ambito di intervento e al fine di ottimizzare tanto i dimensionamenti degli impianti elettrici quanto i costi di intervento, le nuove carpenterie si prevede vengano dislocate in una posizione quanto più baricentrica possibile.

2. Realizzazione di percorsi dorsali / terminali interrati, con l'impiego di cavidotti corrugati a doppia parete Øest. 110mm (inclusi scavi e reinterri), opportunamente interconnessi per mezzo di pozzetti di derivazione in c.a. prefabbricati con coperchi di chiusura in ghisa classe C250.

ILLUMINAZIONE VIALETTI

3. Messa a dimora di n°63 plinti di fondazione prefabbricati in c.a.v. di dimens. (48x65x h48)cm completi di pozzetto con chiusino in ghisa in classe B125 di luce dimens. (40x40)cm con anello removibile Ø 34cm, per lo smistamento e la derivazione delle tubazioni e dei circuiti di alimentazione.

4. Conseguente installazione dei vari centri luminosi di arredo urbano, così come distinti nelle planimetrie, su sostegni in acciaio conici diritti verniciati con morsettiera da incasso in classe di isolamento II e portello di chiusura esterno palo + manicotto termorestringente anticorrosione alla base, altezza tot. 4,00m, altezza f.t. 3,50m, spessore 3mm.

Gli apparecchi illuminanti saranno del tipo di arredo urbano con vetro piano e sorgenti led con temperatura di colore 3.000K, adatti per installazione testa-palo, e nello specifico si prevedono le seguenti tipologie:

- n°56 con sorgenti led da 14,5W - 1.983lm - CRI>70 - ottica "ST1.5U" asimmetrica (tipo iGuzzini serie Alley artt. 3.UD19.715.0 + X754.74 + X756.04, o in tutto similari);
- n°7 con sorgenti led da 14,5W - 1.925lm - CRI>70 - ottica "SMS" simmetrica comfort (tipo iGuzzini serie Alley artt. 3.UD15.715.0 + X754.74 + X756.04, o in tutto similari).

5. Infilaggio di tutte le linee elettriche del complesso impiantistico sopradescritto (dorsali e risalite), a partire dal quadro "Q.IP" di cui al precedente punto 1.

L'alimentazione dorsale dei nuovi centri di illuminazione di cui al presente ambito sarà realizzata con l'impiego di cavi multipolari a doppio isolamento tipo FG16(O)R16-06/1kV di formaz. 1x(2x4)mm², suddivisi su n°6 distinti circuiti così come chiaramente identificabili negli elaborati.

Le risalite alle singole apparecchiature, invece, saranno costituite da analoghi cavi a doppio isolamento ma di formaz. 1x(2x1,5)mm².

6. Cablaggio di tutta la specifica sezione impiantistica, messa in esercizio della stessa, effettuazione di collaudo tecnico / funzionale e istruzione al personale preposto all'utilizzo.

ILLUMINAZIONE ANELLI

7. Disposizione di n°25 plinti di fondazione prefabbricati in c.a.v. di dimens. (85x60x h73)cm completi di pozzetto con chiusino in ghisa in classe B125 di luce dimens. (50x50)cm con anello removibile Ø 34cm, per lo smistamento e la derivazione delle tubazioni e dei circuiti di alimentazione.

8. Conseguente installazione di altrettanti centri luminosi di progetto, ciascuno composto da:

- palo conico diritto in lamiera di acciaio verniciato, con morsettiera da incasso in classe di isolamento II e portello di chiusura esterno palo + manicotto termorestringente anticorrosione alla base, altezza tot. 5,50m, altezza f.t. 5,00m, spessore 3mm;
- apparecchio illuminante di arredo urbano con vetro piano e sorgente led da 38,9W - 5.573lum - 3.000K - CRI>70 - ottica "ST1.5U" asimmetrica, adatti per installazione testa-palo (tipo iGuzzini serie Alley artt. 3.UD24.715.0 + X754.74 + X756.04, o in tutto similari).

9. Infilaggio delle relative linee elettriche (dorsali e risalite), a partire dal quadro "Q.IP" di cui al punto 1.

L'alimentazione dorsale dei nuovi centri di illuminazione "anelli" sarà realizzata con l'uso di cavi multipolari a doppio isolamento tipo FG16(O)R16-06/1kV di formaz. 1x(2x4)mm², suddivisi su n°5 distinti circuiti (vedere schemi).

Le risalite alle singole apparecchiature, invece, saranno sempre costituite da analoghi cavi a doppio isolamento ma di formaz. 1x(2x1,5)mm².

10. Cablaggio di tutta la specifica sezione impiantistica, messa in esercizio della stessa, effettuazione di collaudo tecnico / funzionale e istruzione al personale preposto all'utilizzo.

Nota bene: Tutti i corpi illuminanti di cui ai precedenti punti 4. - 8. saranno dotati di alimentatore elettronico 230V - 50Hz dimmerabile con protocollo "Midnight NFC" con riconoscimento "mezzanotte virtuale" e profilo di riduzione del flusso integrato, scaricatore di sovratensione, completi di accessorio per installazione testa-palo, classe di isolamento II e grado di protezione IP66, conformi alla L.R. Veneto 17/09 (vedere specifico capitolo 5.6).

ILLUMINAZIONE CAMPETTO "D1"

11. Dislocazione di n°4 plinti di fondazione prefabbricati in c.a.v. di dimens. (115x68x h97)cm completi di pozzetto con chiusino in ghisa in classe C250 di luce dimens. (50x50)cm, per lo smistamento e l'attestazione delle tubazioni e dei cavi di alimentazione.

12. Conseguente installazione dei centri luminosi di progetto, ognuno costituito da:
- palo conico diritto in lamiera di acciaio verniciato, con morsettieria da incasso in classe di isolamento II e portello di chiusura esterno palo + manicotto termorestringente anticorrosione alla base, altezza tot. 8,80m, altezza f.t. 8,00m, spessore 4mm;
 - armatura stradale cut-off con vetro piano e sorgente led da 208,7W - 25.050lum - 3.000K - CRI>70 - ottica "A60" asimmetrica, per installazione testa-palo (tipo iGuzzini serie Wow art. 3.EE01.715.0, o in tutto simile).
13. Infilaggio dei cavi relativi alla sezione in oggetto (dorsali e risalite), con origine dal quadro "Q.IP" di cui al punto 1. L'alimentazione dorsale sarà realizzata con l'utilizzo di cavo tipo FG16(O)R16-06/1kV multipolare a doppio isolamento di formaz. 1x(2x10)mm² per il primo tratto in uscita dal quadro e 1x(2x4)mm² per gli ulteriori tratti. Le risalite, invece, saranno comunque costituite da analoghi cavi multipolari ma di formaz. 1x(2x1,5)mm².
14. Cablaggio di tutta la specifica sezione impiantistica, messa in esercizio della stessa, effettuazione di collaudo tecnico / funzionale e istruzione al personale preposto all'utilizzo.

ILLUMINAZIONE CAMPETTO "D2"

15. Messa a dimora di n°2 plinti di fondazione prefabbricati in c.a.v. di dimens. (85x60x h73)cm completi di pozzetto con chiusino in ghisa in classe B125 di luce dimens. (50x50)cm con anello removibile Ø 34cm, per lo smistamento e la derivazione delle tubazioni e dei circuiti di alimentazione.
16. Conseguente installazione dei relativi centri luminosi di progetto, ciascuno composto da:
- palo conico diritto in lamiera di acciaio verniciato, con morsettieria da incasso in classe di isolamento II e portello di chiusura esterno palo + manicotto termorestringente anticorrosione alla base, altezza tot. 6,80m, altezza f.t. 6,00m, spessore 3mm,
 - armatura stradale cut-off con vetro piano e sorgente led da 101,2W - 13.110lum - 3.000K - CRI>70 - ottica "A60" asimmetrica, per installazione testa-palo (tipo iGuzzini serie Wow art. 3.ED79.715.0, o in tutto simile).
17. Infilaggio delle linee elettriche (dorsali e risalite) dal quadro "Q.IP" di cui al precedente punto 1. L'alimentazione dorsale prevede l'utilizzo di cavo multipolare tipo FG16(O)R16-06/1kV a doppio isolamento di formaz. 1x(2x4)mm², così come le risalite ai singoli apparecchi (quest'ultime però di formaz. 1x(2x1,5)mm²).
18. Cablaggio di tutta la specifica sezione impiantistica, messa in esercizio della stessa, effettuazione di collaudo tecnico / funzionale e istruzione al personale preposto all'utilizzo.

ILLUMINAZIONE CAMPETTO "D3"

19. Installazione dell'unico centro luminoso di progetto, composto da:
- plinto di fondazione prefabbricati in c.a.v. di dimens. (85x60x h73)cm completo di pozzetto con chiusino in ghisa in classe B125 di luce dimens. (50x50)cm con anello removibile Ø 34cm;
 - palo conico diritto in lamiera di acciaio verniciato, con morsettieria da incasso in classe di isolamento II e portello di chiusura esterno palo + manicotto anticorrosione, altezza tot. 6,80m, altezza f.t. 6,00m, spessore 3mm;
 - armatura stradale cut-off con vetro piano e sorgente led da 101,2W - 13.110lum - 3.000K - CRI>70 - ottica "A60" asimmetrica, per installazione testa-palo (tipo iGuzzini serie Wow art. 3.ED79.715.0, o in tutto simile).

20. Infilaggio delle linee elettriche relative (dorsale e risalita) con origine dal quadro elettrico "Q.IP" (punto 1).
L'alimentazione dorsale sarà realizzata con l'impiego di cavo tipo FG16(O)R16-06/1kV multipolare a doppio isolamento di formaz. 1x(2x2,5)mm², così come la risalita all'apparecchio (ma di formaz. 1x(2x1,5)mm²).
21. Cablaggio di tutta la specifica sezione impiantistica, messa in esercizio della stessa, effettuazione di collaudo tecnico / funzionale e istruzione al personale preposto all'utilizzo.

Nota bene 1: Tutte le armature stradali di cui ai precedenti punti 12. - 16. - 19. saranno dotate di alimentatore elettronico 230V-50Hz dimmerabile "Dali" con modalità di gestione di tipo on/off (senza alcuna regolazione del flusso in funzione dell'orario), scaricatore di sovratensione, installazione testa-palo, con classe di isolamento II e grado di protezione IP67, conformi alla L.R. Veneto 17/09 (vedere specifico capitolo 5.6).

Nota bene 2: La gestione ed il comando dei diversi punti luce previsti per l'illuminazione di ciascuno dei campetti "D1÷D3" è prevista progettualmente con diverse modalità, anche diversificabile per contesto, ed in particolare:

- standard automatica, ovvero con l'attivazione al tramonto e lo spegnimento ad un orario serale prestabilito (impostabile sull'interruttore orario astronomico già previsto all'interno della quadro di impianto "Q.IP");
 - manuale, ovvero con l'utilizzo degli specifici selettori di comando anch'essi previsti fin da subito all'interno del quadro "Q.IP";
 - con controllo da remoto (da intendersi come opzionale, ma implementabile in futuro nel quadro elettrico senza particolari modifiche o adeguamenti dello stesso); il controllo remoto potrà essere attuato per mezzo di sistemi di comunicazione radio (attivabili tramite applicazioni smartphone o similari che la Committenza vorrà rendere disponibili) oppure più semplicemente per mezzo di gettoniere in sito (che potranno eventualmente essere dislocate anche nelle immediate vicinanze dei campetti stessi).
- Il controllo "da remoto" degli impianti di illuminazione, così come pensato, consentirà di fatto un utilizzo del servizio "luce" solamente su chiamata, ottimizzando i costi di esercizio e garantendo i maggiori benefici possibili anche in materia di inquinamento luminoso.

Ovviamente resta inteso che le modalità di gestione potranno essere diversificate in funzione della stagionalità, ad esempio attivando la funzionalità standard automatica nel periodo primaverile / estivo mentre quella con controllo remoto in tutto gli altri mesi dell'anno (dove ragionevolmente l'utilizzo delle dure sarà meno frequente).

GRUPPO PRESE FM ANELLO "B2"

22. In accordo con la Committenza per far fronte a possibili necessità di spinamento FM per impieghi di servizio nella zona in oggetto - anello "B2" (per alimentazione banchetti, gazebo, stand, sistemi di diffusione audio e musicali, etc.) il progetto prevede di dislocare n°1 punto di prelievo forza motrice, costituito da pozzetto a scomparsa interrato con gruppo prese FM tipo IEC309 monofase 2P+T e trifase 3P+N+T 16/32A (in totale n°6 prese di diverso tipo); le prese saranno localmente e singolarmente protette da sovraccarichi, corto circuiti e contatti indiretti.

La struttura del punto prelievo risulterà particolarmente robusta (vedere foto), con cassa di contenimento in acciaio

inox e chiusino ribaltabile in acciaio inox con finitura mandorlata classe 400KN; durante l'utilizzo sarà garantita la funzionalità del sistema anche con coperchio chiuso, data la presenza sullo stesso di uno sportellino a molla (idoneo per il passaggio dei cavi di alimentazione utenze a filo pavimento).

L'alimentazione elettrica del componente sarà dedicata, con origine dal nuovo quadro di progetto "Q.IP" (uso di cavo tipo FG16(O)R16-06/1kV multipolare a doppio isolamento di formaz. 5G16mm²); al circuito farà capo uno specifico dispositivo di protezione magnetotermico differenziale, con taratura selettiva rispetto agli analoghi interruttori previsti all'interno del gruppo prese.



2.2 Punto di consegna dell'energia e principali dati tecnici di progetto - allacciamento degli impianti

Il punto di consegna dell'energia, unico per tutti gli impianti elettrici descritti nel precedente capitolo, sarà di nuova realizzazione e dedicato allo scopo; come già anticipato esso sarà dislocato in una posizione baricentrica rispetto all'intero contesto di intervento, sull'angolo nord-ovest dell'attuale Parco Gozzano, al fine di ottimizzare tanto i dimensionamenti degli impianti elettrici quanto i costi di intervento.

Esso possiederà le seguenti caratteristiche:

- fornitura trifase con neutro L1 L2 3 + N;
- tensione e frequenza nominale (230÷400)V - 50Hz;
- potenza di fornitura prevista 20,00kW + franchigia;
- corrente di corto circuito Icc 10,00kA trifase - 6,00kA fase-neutro (secondo CEI 0-21 art. 5.1.3).

La potenza impegnata dei nuovi impianti di illuminazione pubblica esterna sarà complessivamente di circa 3,05kW, incluse perdite di sistema nei driver e/o negli alimentatori; sia la distribuzione dorsale principale che i singoli allacciamenti alle varie apparecchiature illuminanti dovrà essere realizzata con sistema distributivo TT monofase 230V - 50Hz.

La rimanente potenza impegnata è da intendersi invece dedicata per il prelievo dal gruppo di spinamento forza motrice multi-standard progettualmente previsto in corrispondenza dell'anello "B2" - anello per la sosta, in caso di eventi e/o manifestazioni che ne richiedano l'impiego; l'allacciamento a tale punto di spinamento FM dovrà essere realizzato con sistema distributivo TT trifase con neutro (230÷400)V - 50Hz.

Nota bene: In virtù di quanto sopra sarà facoltà dell'Amministrazione committente, all'atto dell'attivazione della fornitura di energia elettrica, decidere se contenere la potenza impegnata a valori inferiori rispetto a quelli massimi previsti.

2.3 Classificazioni dei sistemi elettrici

Le norme CEI definiscono sistema elettrico la parte di un impianto elettrico costituito dal complesso dei componenti elettrici aventi una determinata tensione nominale; ai sensi dell'art. 22.1 della CEI 64-8 la suddivisione dei sistemi elettrici avviene in quattro categorie, come riportato nella tabella seguente.

Casi in oggetto =====>

Sistemi di categoria	Tensione nominale U_n
0 (zero)	$\leq 50 \text{ V c.a.}$ $\leq 120 \text{ V c.c.}$
I (prima)	$50 \leq U_n \leq 1.000 \text{ V c.a.}$ $120 \leq U_n \leq 1.500 \text{ V c.c.}$
II (seconda)	$1.000 \leq U_n \leq 35.000 \text{ V c.a.}$ $1.500 \leq U_n \leq 35.000 \text{ V c.c.}$
III (terza)	$U_n > 35.000 \text{ V}$

La distribuzione dell'energia elettrica alle utenze alimentate in bassa tensione avviene, invece, secondo tipologie di sistemi che sono definite ai sensi dell'art. 312 della CEI 64-8 in funzione:

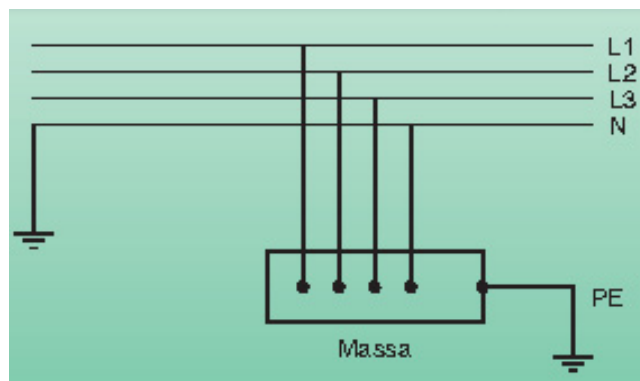
- del loro sistema di conduttori attivi;
- del loro modo di collegamento a terra.

Casi in oggetto =====>

Casi in oggetto =====>

Sistema elettrico	N° di conduttori attivi
Monofase	2 (L - N) 2 (L1 - L2)
Trifase	3 (L1 - L2 - L3) 4 (L1 - L2 - L3 - N)

Nei sistemi distributivi TT (quale è quello in oggetto) il neutro risulta collegato direttamente a terra in cabina dell'Ente distributore, mentre le masse dell'impianto risultano collegate ad un impianto locale di terra elettricamente indipendente da quello del sistema.



3 MISURE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE ELETTRICA

3.1 Sezionamento ed interruzione

All'origine della nuova porzione impiantistica sarà installato un dispositivo in grado di poter sezionare l'alimentazione; il sezionamento avverrà su tutti i conduttori attivi (vedere prescrizioni di cui al cap. 462 CEI 64-8).

3.2 Protezione dai contatti diretti

Per il nuovo sistema elettrico in oggetto verranno adottati in generale mezzi di protezione tali da impedire alle persone di entrare in contatto con qualsivoglia parte in tensione: la protezione totale sarà effettuata con l'isolamento delle parti attive o mediante involucri e/o barriere (ciò in conformità agli artt. 412.1 e 412.2 della vigente norma CEI 64-8, oltre che art. 714.412), mezzi atti comunque a non consentire il contatto sia accidentale che volontario con parti in tensione, ove non si ricorra alla rimozione delle protezioni mediante l'impiego di attrezzi o a voluti danneggiamenti.

Barriere ed involucri saranno saldamente fissati ed avranno sufficiente stabilità e durata nel tempo, così da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazione dalle parti attive (nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali): in particolare tutti i componenti posati esternamente saranno fissati in modo robusto e solido; anche nella scelta di componenti quali prese a spina, interruttori e scatole di derivazione, si terrà conto di caratteristiche particolari di isolamento e resistenza qualora essi fossero prevedibilmente soggetti a urti.

Qualora dovesse risultare necessario per attività manutentive rimuovere barriere o aprire involucri ciò sarà possibile solo per mezzo di chiavi e/o attrezzi speciali che permettano l'apertura in condizioni di sicurezza, e comunque una volta realizzato manualmente il sezionamento del circuito a monte.

Laddove la protezione contro i contatti diretti dovesse venire realizzata mediante involucri e/o barriere, questi saranno tali da assicurare almeno un grado di protezione IPXXB, mentre le superfici orizzontali di involucri o barriere che si dovessero venire a trovare a portata di mano avranno un grado di protezione non inferiore ad IPXXD: resta inteso che detti gradi minimi, specificamente indicati nella normativa, saranno necessariamente sostituiti con altri più severi, qualora particolari condizioni lo richiedessero, e comunque ove specificato negli elaborati di progetto.

Se un componente elettrico, pur apribile con chiave o attrezzo, dovesse essere installato a meno di 2,5m dal piano di calpestio e dovesse dare accesso a parti attive, queste dovranno risultare non accessibili al dito di prova (IPXXB) o protette da schermi con uguale grado di protezione.

Le lampade dei corpi illuminanti non dovranno diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8m.

3.3 Protezione dai contatti indiretti

Tutte le masse degli impianti elettrici in oggetto, se e dove presenti, saranno protette contro i contatti indiretti con i seguenti metodi:

- a) *protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TT* (art. 413.1 e art. 714.413.1 norma CEI 64-8), con l'utilizzo di dispositivi differenziali.

Nei sistemi TT, quale è quello in oggetto, un guasto tra una fase ed una massa determina una corrente di guasto

che interessa contemporaneamente l'impianto di terra dell'utente e l'impianto di terra del distributore di energia.

La protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione sarà realizzata con l'impiego di dispositivi differenziali, che soddisfino sempre e comunque la seguente condizione:

$$R_E \times I_{DN} \leq U_L (50V)$$

dove:

- R_E è il valore della resistenza della messa a terra degli apparecchi utilizzatori, in $[\Omega]$;
- I_{DN} è il valore della corrente nominale d'intervento del dispositivo a corrente differenziale, in $[A]$;
- $U_L (50V)$ è il valore di tensione limite di contatto che è possibile mantenere a tempo indeterminato in condizioni ambientali specificate, in $[V]$.

b) *protezione mediante componenti elettrici in classe II o isolamento equivalente* (art. 413.2 e art. 714.413.2 norma CEI 64-8).

In questo caso non dovrà essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non dovranno essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra. Per quanto concerne le condutture elettriche, invece, si dovranno utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno di 0,6/1kV.

Andranno realizzati a perfetta regola d'arte gli impianti di protezione e di dispersione di terra. Dove necessario tali impianti dovranno essere, alla fine dei lavori, resi unici per ottemperare alle prescrizioni della norma CEI 64-8 art. 413.1.1.2 che prevede che *"le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra"*.

Messa a terra di protezione per:

- poli di terra delle prese di F.M. di qualunque tipo;
- masse metalliche di tutte le apparecchiature in genere in classe di isolamento I.

Messa a terra di equipotenzializzazione per:

- tubazioni metalliche dell'acqua, del riscaldamento, etc.;
- masse estranee di qualsiasi tipo suscettibili di introdurre il potenziale di terra.

La sezione dei conduttori di protezione ed equipotenziali dovranno essere conformi a quanto indicato in tab. 54F dell'art. 543.1.2 e dagli artt. 547.1.1 e 547.1.2 della CEI 64-8.

3.4 Protezione da sovraccarico

I circuiti elettrici dell'impianto saranno provvisti sempre di dispositivi di protezione idonei a interrompere correnti di sovraccarico, prima che quest'ultime possano provocare un riscaldamento eccessivo dei cavi (con il conseguente danneggiamento dell'isolante e il reale pericolo di innesco di incendio), secondo le indicazioni della sezione 433 e art. 714.43 della norma CEI 64-8.

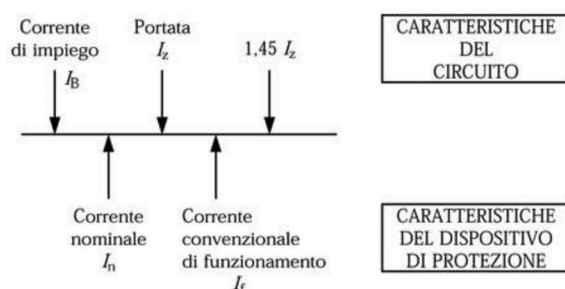
Per garantire tale protezione sarà necessario rispettare le seguenti regole:

regola n°1: $I_B \leq I_n \leq I_z$

regola n°2: $I_f \leq 1,45 I_z$

dove:

- I_B è la corrente di impiego del circuito (in servizio ordinario), espressa in ampère [A];
- I_n è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro un tempo specificato (corrente nominale dell'interruttore), espressa in ampère [A];
- I_z è la massima corrente nominale che può fluire nel cavo in regime permanente (portata del cavo), anch'essa espressa in ampère [A];
- I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale prestabilito, espressa in ampère [A].



Uso domestico e similare (CEI EN 60898-1)	Uso industriale (CEI EN 60947-2)
$I_{nf} = 1.13 I_n$ - $I_f = 1.45 I_n$	$I_{nf} = 1.05 I_n$ - $I_f = 1.30 I_n$
$t_c = 1h$ ($I_n \leq 63A$) - $t_c = 2h$ ($I_n > 63A$)	$t_c = 1h$ ($I_n \leq 63A$) - $t_c = 2h$ ($I_n > 63A$)

La regola n°1 soddisfa le condizioni generali di protezione da sovraccarico; la regola n°2, impiegando per la protezione un dispositivo automatico, è sempre verificata, in quanto la corrente di sicuro funzionamento I_f non potrà mai essere superiore a $1,45 I_n$ ($1,30 I_n$ secondo norma industriale CEI 17-5 EN 60947-2; $1,45 I_n$ secondo norma "civile" CEI 23-3/1 - EN 60898); essa sarà invece sempre verificata nel caso in cui il dispositivo di protezione sia un fusibile.

Analizzando la regola generale di protezione $I_B \leq I_n \leq I_z$ risulta quindi evidente che si potranno ottenere due condizioni di protezione "limite" distinte:

- una di massima protezione, scegliendo un dispositivo con I_n prossima o uguale alla corrente I_B ;
- una di minima protezione scegliendo un dispositivo con I_n prossima o uguale alla portata del cavo.

3.5 Protezione da cortocircuito (art. 714.43 e sez. 434 norma CEI 64-8)

Saranno previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito, in linea di principio prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni; le condizioni richieste per la protezione dal corto circuito saranno dunque le seguenti:

- l'apparecchio dovrà essere installato all'inizio della condotta protetta, con una tolleranza massima di 3m dal punto d'origine (qualora non vi sia pericolo d'incendio e si prendano le precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di corto circuito);
- l'apparecchio dovrà possedere corrente nominale superiore alla corrente d'impiego (condizione imposta anche per la protezione da sovraccarico);

- l'apparecchio di protezione dovrà avere potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di c.to c.to nel punto di installazione dell'apparecchio stesso;
- l'apparecchio dovrà intervenire con la necessaria tempestività in caso di c.to c.to che si verifichi in qualsiasi punto della linea protetta, al fine di evitare che l'isolante del conduttore assuma temperature eccessive.

Le norme tecniche vigenti prescrivono che l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il c.to c.to non debba superare il massimo valore di energia sopportabile dal cavo protetto. In sostanza il cavo risulterà protetto solo quando verrà rispettata la seguente relazione:

$$\int_0^t [i(t)]^2 dt \leq K^2 S^2$$

dove:

- **K** è una costante che dipende dal tipo di isolante (PVC, EPR, etc.) del conduttore;
- **S** è la sezione del cavo.

Come già riportato al capitolo precedente, i nuovi impianti saranno alimentati in bassa tensione per mezzo di una consegna di energia elettrica trifase con neutro 230÷400V 50Hz di nuova fornitura; si dovrà sempre verificare, prima della loro messa in funzione, che i valori di potere di interruzione dei singoli dispositivi posti subito a valle del contatore di energia risultino largamente sufficienti per interrompere e sezionare i circuiti anche in caso di corrente di c.to c.to massima (stabilita in 10,00kA secondo CEI 0-21 art. 5.1.3).

Inoltre ai sensi di quanto disposto dall'art. 435.1 della norma CEI 64-8 (protezione assicurata da un unico dispositivo), poiché tutti i circuiti saranno adeguatamente protetti dal sovraccarico (in accordo con le prescrizioni della sezione 433 CEI 64-8) mediante interruttori con potere di interruzione mai inferiore al valore massimo della corrente di corto circuito nel luogo di installazione dei dispositivi stessi, ne risulteranno adeguatamente protette dal corto circuito anche le condutture derivate a valle.

Infine, considerato il fatto che risulta particolarmente difficile ridurre al minimo il pericolo di c.to c.to (soprattutto in virtù delle influenze esterne) e che in caso di guasto potrebbero crearsi gravi pericoli per le persone, è richiesta e sarà attuata la protezione contro il c.to c.to anche per le derivazioni ai singoli centri luminosi (con l'impiego di adatti fusibili).

Per concludere, si riportano in **appendice "3"** al presente documento, le rappresentazioni e le tabelle inerenti il dimensionamento di tutte le previste linee elettriche dorsali e terminali; per la loro denominazione precisa e/o per altri dati relativi si rimanda anche ai contenuti di tutti gli altri elaborati di progetto (planimetrie, schemi a blocchi e rettificazioni, schemi elettrici unifilari, etc.).

3.6 Prescrizioni aggiuntive per gli impianti di illuminazione esterna

Ai sensi dell'art. 714.31.1 della sopra richiamata CEI 64-8 l'impianto di illuminazione, all'atto della verifica iniziale prima della messa in esercizio, presenterà una *resistenza di isolamento verso terra* non inferiore a:

- 1,0 MΩ con apparecchi di illuminazione disinseriti (valori tabella 61A norma CEI 64-8);
- 2/(L+N) MΩ con apparecchi di illuminazione inseriti, dove:

- L lunghezza complessiva dei conduttori delle linee d'alimentazione in km (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);
- N numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

Questa 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; la tensione di prova sarà applicata per circa 60 s.

In linea generale i circuiti di alimentazione trifasi degli apparecchi di illuminazione (comunque non previsti nei casi tipici in oggetto) saranno realizzati in modo da *ridurre al minimo gli squilibri di corrente lungo la rete*, così come previsto dall'art. 714.31.2 CEI 64-8.

In considerazione dei contenuti dell'art. 512.2.1 della norma CEI 64-8 i componenti elettrici sono stati valutati e scelti, ed in seguito dovranno essere forniti in opera, *considerando dapprima le influenze esterne alle quali essi potrebbero essere sottoposti*, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione per la sicurezza.

Ai sensi dell'art. 714.525 della succitata CEI 64-8 la *caduta di tensione percentuale* nei circuiti di alimentazione, non tenendo in considerazione situazioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario, non dovrà superare il valore di 5% a fine linea in condizioni di regolare esercizio.

3.7 Protezione contro le influenze esterne – scelta delle apparecchiature

Le condutture e le apparecchiature elettriche esposte a particolari influenze esterne e/o al pericolo di prevedibili sollecitazioni meccaniche dovranno essere adeguatamente protette; saranno in ogni caso rispettati i gradi di protezione minimi riportati nell'art. 714.5 della specifica norma CEI 64-8.

I sostegni dell'impianto di illuminazione dovranno essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata e/o dalle zone di traffico (casi tipicamente non in oggetto), in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale.

Inoltre al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni disposti lungo i marciapiedi dovranno essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90 cm secondo quanto specificato nel DM 14 giugno 1989 n. 236, 8.2.1

3.8 Protezione contro i fulmini (art. 714.35 norma CEI 64-8)

Per l'installazione delle varie tipologie di apparecchi illuminanti sono previsti, nell'ipotesi progettuale in oggetto, sostegni metallici di altezza massima fuori terra pari a circa 8,00m.

Seguendo le indicazioni della norma CEI 64-8, che all'art. 714.35 enuncia che *“la protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria”*, si precisa che per i pali suddetti non sarà prevista nessuna forma di protezione particolare.

3.9 Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dai conduttori delle linee elettriche aeree esterne (art. A.3.1 sez. 714 norma CEI 64-8)

Si evidenzia, come regola e condizione generale, che le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di eventuali linee elettriche aeree non dovranno mai essere inferiori a:

- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e I (il distanziamento minimo potrà essere ridotto a 0,5 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato);
- $(3 + 0,015 U)$ m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kilovolt (il distanziamento potrà essere ridotto a $(1 + 0,015 U)$ m per le linee in cavo aereo e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari interessati, anche per le linee con conduttori nudi).

4 PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si specifica l'obbligo del rispetto totale delle seguenti disposizioni normative e di legge, anche quando non esplicitamente indicato; per quanto non espressamente richiamato negli elaborati di progetto valgono in linea generale le norme CEI ed UNI, a cui occorre comunque riferirsi, oltre a tutte le leggi vigenti, nazionali e/o regionali.

- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti produzione, trasmissione e distribuzione di energia - Linee in cavo;
- Norme CEI del C.T. 20 Cavi per energia;
- Norme CEI del C.T. 23 Apparecchiature di bassa tensione;
- Norme CEI del C.T. 34 Lampade e relative apparecchiature;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- Norma CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- Norma CEI 81-10 Protezione contro i fulmini;
- Norma CEI 99-3 Messa a terra impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 121-25 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
- Norma CEI 121-24 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione categorie illuminotecniche;
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- Norma UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- Norma UNI EN 12193 Luce e illuminazione – Illuminazione sportiva
- Norma UNI EN 40 Pali per illuminazione;
- Legge n°186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchi, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- D.P.R. n°392 18.04.1994 Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;
- D.P.R. n°459 24.07.1996 Regolamento per l'attuazione delle Direttive n°89/393/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine;

- D.L. n°626 25.11.1996 Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.Lgs. n°277 31.07.1997 Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.P.R. n°558 14.12.1999 Regolamento recante norme per semplificazione della disciplina in materia di registro delle imprese, nonché per la semplificazione dei procedimenti relativi alla denuncia di inizio di attività e per la domanda di iscrizione all'albo delle imprese artigiane o al registro delle imprese per particolari categorie di attività soggette alla verifica di determinati requisiti tecnici;
- D.P.R. n°462 22.01.2001 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- D.Lgs. n°37 del 22.01.2008 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;
- D.Lgs. n°81 del 09.04.2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- L. Veneto n°17 del 07.08.2009 Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.
- Linee guida ARPAV Sorgenti di luce artificiale - Criteri per la scelta in base agli ambiti da illuminare (ediz. marzo 2022);
- Linee guida ARPAV Criteri per la redazione della documentazione tecnica progettuale ai sensi della L.R. n. 17/09 (ediz. aprile 2018);
- P.I.C.I.L. Piano dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso;
- Unificazione e tabelle UNEL in quanto applicabili;
- Norme specifiche per tutte le apparecchiature e i materiali utilizzati.

5 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICI

5.1 Premesse

Il servizio di pubblica illuminazione svolge un ruolo essenziale per la vita cittadina poiché persegue le seguenti importanti funzionalità:

- **miglioramento del confort visivo e maggiore fruibilità degli spazi**, sia delle infrastrutture che degli spazi urbani secondo i criteri di destinazione urbanistica.

Sul totale di 8.760 ore annue, ve ne sono mediamente circa 4.200 che sono considerate "notturne" e che presentano diverse necessità di luce artificiale, la quale viene fornita dagli impianti di illuminazione pubblica;

- **aumento della qualità della vita sociale** con l'incentivazione delle attività serali; con una adeguata illuminazione pubblica è possibile favorire il prolungamento, oltre il tramonto, delle attività commerciali e di intrattenimento all'aperto;
- **valorizzazione dei beni ambientali e del patrimonio storico, architettonico e paesaggistico**; un impianto di illuminazione pubblica, adeguatamente dimensionato in intensità e resa cromatica, è di supporto alla valorizzazione e al miglior godimento dei siti architettonici e monumentali;
- **sicurezza fisica e psicologica alle persone**; da sempre, l'illuminazione pubblica ha avuto la funzione di "vedere" e di "farsi vedere" e pertanto di acquisire un maggior senso di sicurezza che oggi è inteso come un deterrente alle aggressioni;
- **sicurezza per il traffico veicolare** al fine di evitare incidenti; la perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere provoca la distrazione che può causare incidenti pericolosi: per assicurare i valori di illuminamento minimi di sicurezza sulle strade con traffico veicolare, misto, residenziale, pedonale, a verde pubblico, etc. sono state emanate apposite norme che fissano i livelli di luminanza e di illuminamento in funzione della classificazione dell'area da illuminare;
- **contenimento dell'inquinamento luminoso e salvaguardia ambientale** del territorio Comunale.

Questi obiettivi primari devono essere ottenuti cercando non solo di minimizzare i consumi energetici, ma anche contenendo il più possibile il flusso luminoso "disperso", concausa dell'inquinamento luminoso, dell'invasività della luce e dell'impatto sull'ambiente circostante.

Pianificare quindi un intervento nel campo dell'illuminazione pubblica non comporta solo la messa in gioco di considerazioni tecniche ed economiche: in primis è necessario rispettare la normativa in materia di sicurezza stradale e quindi considerare le necessità dovute alla pubblica sicurezza, alla tutela del patrimonio artistico e alla incentivazione delle attività sociali. Dopo aver adempiuto tali obblighi è necessario rivolgere i propri sforzi all'ottimizzazione dei costi di esercizio e manutenzione dell'impianto e al contenimento del flusso luminoso "disperso".

5.2 Riferimenti legislativi e normativi adottati

In merito ai fondamentali aspetti dell'inquinamento luminoso e del risparmio energetico, trova totale attuazione la:

- **Legge Regionale Veneto n°17 del 07.08.2009 - Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso,**

il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.

oltre che:

- **Guida ARPAV ediz. marzo 2022 - Sorgenti di luce artificiale - Criteri per la scelta in base agli ambiti da illuminare.**

Sotto il profilo del corretto dimensionamento illuminotecnico, invece, sono applicabili le norme:

- **UNI 11248:2016 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.**

La norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico, ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche relative alla zona;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento di risparmio energetico e di riduzione dell'impatto ambientale;
- fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi e per le misurazioni in loco.

- **UNI EN 13201-2:2016 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali.**

La norma definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

Nella nuova versione della norma sono state semplificate le categorie illuminotecniche adottando quelle della CIE 115 e introdotta la possibilità di una variazione dell'uniformità a seconda delle esigenze; inoltre è stato introdotto, in opzione, il calcolo del TI anche per il traffico non motorizzato.

- **UNI EN 13201-3:2016 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni.**

La norma definisce convenzioni e algoritmi che devono essere adottati per calcolare le prestazioni fotometriche di impianti di illuminazione stradale progettati in conformità alla UNI EN 13201-2.

Nella nuova versione della norma è stato formalizzato l'algoritmo di calcolo, risolte alcune discrepanze nel calcolo dei TI, introdotto il calcolo dell'EIR come parametro per caratterizzare l'illuminazione nelle zone limitrofe alla carreggiata (in sostituzione del "Sr").

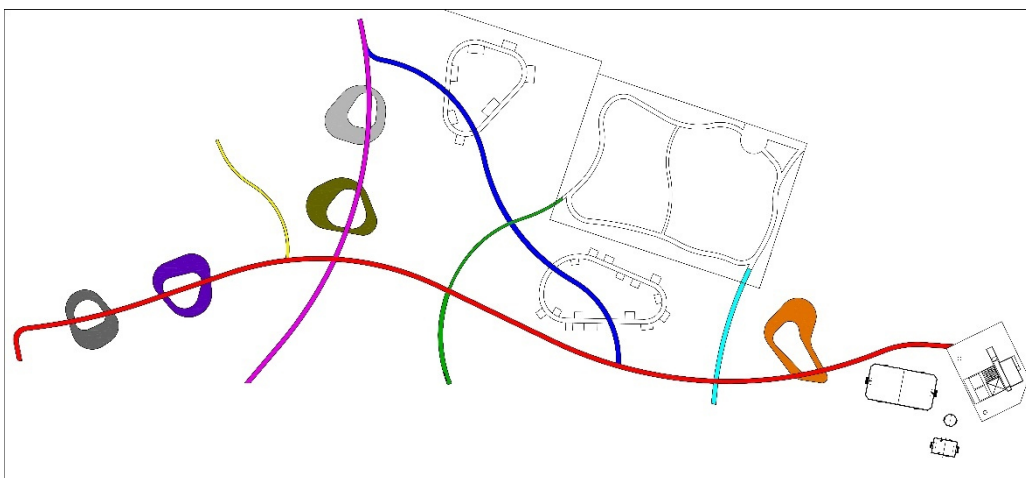
- **UNI EN 12193:2019 – Luce e illuminazione – Illuminazione sportiva**

La norma descrive l'illuminazione per gli eventi sportivi al chiuso e all'aperto più praticati in Europa, e prende in considerazione soltanto l'illuminazione artificiale; la norma fornisce i valori di illuminazione per la progettazione e il controllo dell'illuminazione di installazioni sportive in termini di illuminamento, uniformità, limitazione dell'abbagliamento e proprietà di colore delle sorgenti di luce (tutti i requisiti sono intesi come requisiti minimi); fornisce inoltre i metodi di misurazione di tali valori; precisa infine anche le limitazioni della posizione degli apparecchi di illuminazione nelle applicazioni specifiche ai fini della riduzione dei fenomeni di abbagliamento.

5.3 Zone di studio e relative classificazioni – vialetti e anelli

Al fine di realizzare un corretto dimensionamento degli impianti di illuminazione esterna in oggetto, ed in particolare dei vialetti e degli anelli, si è provveduto in prima analisi a identificare le diverse zone di studio; nell'ambito dell'intero contesto di intervento ne sono state individuate n°11, facilmente identificabili nell'immagine seguente e denominate:

- **vialetto "V1"** - spina NS ==> in colore rosso;
- **vialetto "V2"** - spina EO ==> in colore magenta;
- **vialetto "V3"** - percorso bosco ==> in colore blu;
- **vialetto "V4"** - raccordo urbanizzazione ==> in colore giallo;
- **vialetto "V5"** - parco Gozzano nord (area cani) ==> in colore verde;
- **vialetto "V6"** - parco Gozzano sud (Via Modigliani) ==> in colore ciano;
- **anello "A1"** - anello fitness ==> in colore viola;
- **anello "A2"** - anello fitness ==> in colore grigio chiaro;
- **anello "A4"** - anello fitness ==> in colore arancione;
- **anello "B1"** - anello per la sosta ==> in colore grigio scuro;
- **anello "B2"** - anello per la sosta ==> in colore verde scuro.



A seguito dell'identificazione delle zone di studio, valutate la particolarità della fattispecie e con l'ausilio dei contenuti delle norme tecniche di riferimento richiamate in premessa, si è proceduto alla loro classificazione, all'analisi dei rischi e alla conseguente attribuzione delle varie categorie illuminotecniche previste (di ingresso, di progetto e di esercizio).

L'analisi dei rischi è stata condotta sulla scorta delle indicazioni riportate ai capitoli 8.2÷8.4 della norma UNI 11248; sono stati considerati e presi in esame i principali parametri di influenza costanti nel lungo periodo, ed in particolare quelli elencati nel prospetto 2 della norma sopracitata, quali:

- complessità del campo visivo;
- presenza di zone di conflitto e loro densità;
- consistenza della segnaletica nelle zone di conflitto, anche di tipo attiva;
- possibilità del rischio di aggressione.

Ne risulta quanto di seguito:

Vialetti “V1 ÷ V6”

- attribuibile la categ. illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi “P2”, trattandosi di **itinerari ciclo-pedonali** (tipo di strada “Fbis” ai sensi del Codice della strada) - vedere prospetto 1 della norma UNI 11248;
 - ⇒ nessuna significativa variazione introdotta in fase di analisi dei rischi, e conseguentemente attribuite:
 - ⇒ categoria illuminotecnica di progetto “P2”;
 - ⇒ categoria illuminotecnica in orario di riduzione “P3”.

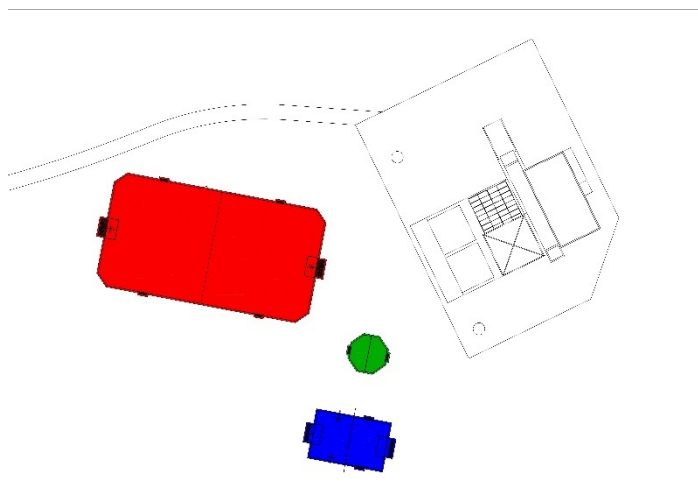
Anelli “A1” - “A2” - “A4” - “B1” - “B2”

- anche in questo caso attribuibile la categ. illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi “P2”, trattandosi comunque di parti di **itinerari ciclo-pedonali** (tipo di strada “Fbis” ai sensi del Codice della strada) - vedere prospetto 1 della norma UNI 11248;
 - ⇒ in fase di analisi dei rischi considerate la presenza e la dislocazione di quantità rilevanti di attrezzature per la ginnastica outdoor e/o zone di sosta; al fine di garantire un maggiore confort e sicurezza nell'utilizzo di tali aree si ritiene progettualmente congrua l'attribuzione di:
 - ⇒ categoria illuminotecnica di progetto custom “P1” **maggiorata, con parametri di illuminamento medio pari a 20lux e di illuminamento minimo pari a 5lux;**
 - ⇒ categoria illuminotecnica in orario di riduzione “P2”.

5.4 Zone di studio e relative classificazioni – campetti polivalenti

Analogamente a quanto riportato al capitolo precedente, ma con riferimento agli impianti di illuminazione esterna dei campetti polivalenti, si è provveduto in primis a identificare le diverse zone di studio; si tratta in particolare delle seguenti, distinguibili anche nell'immagine successiva:

- **campetto “D1”** - campetto 20x39 ==> in colore rosso;
- **campetto “D2”** - campetto 11x15 ==> in colore blu;
- **campetto “D3”** - campetto ottagonale ==> in colore verde.



Per detti contesti il dimensionamento illuminotecnico è stato condotto con riferimento alla vigente normativa UNI EN

12193, che tratta per l'appunto l'illuminazione delle aree sportive e/o di gioco (tanto all'interno quanto all'aperto).

Nella fattispecie i campetti in questione sono di fatto polivalenti, poiché sono stati progettati per praticare diversi sport (ad esempio pallacanestro, calcetto, etc.); inoltre saranno normalmente utilizzati solo in un contesto ricreativo, e non per gare o altre attività ad esse equiparabili.

Ciò detto, dunque, analizzando i contenuti della normativa e in particolare dei prospetti che la compongono, si è ritenuto progettualmente congruo riferirsi al **prospetto A.21** il quale tratta attività sportive all'aperto assimilabili a quelle in oggetto (pallacanestro, calcio a 5/6, pallavolo, etc.); individuando come corretta la **categoria III** (generico allenamento, educazione fisica, attività ricreative e similari) i parametri illuminotecnici considerati in fase di calcolo sono stati i seguenti: **illuminamento medio orizzontale sull'area di riferimento 75lux, con uniformità non inferiore a 0,50.**

prospetto A.21

All'aperto		Area di riferimento		Numero di punti di griglia	
		Lunghezza m	Larghezza m	Lunghezza	Larghezza
Football americano	PA	Da 110 a 117,5	55	21	Da 9 a 11
Pallacanestro	PA	28	15	13	7
	TA	32	19	15	9
Beach Volley	PA	Da 26 a 28	Da 18 a 20	13	9
Fistball	P	50	20	17	7
	TA	66	32	17	9
Floorball	PA	40	20	15	7
	TA	43	22	15	7
Football	PA	Da 100 a 110	Da 64 a 75	Da 19 a 21	Da 13 a 15
	TA	Da 108 a 118	Da 72 a 83	21	Da 13 a 15
Calcio (a 5/a 6)	PA	Da 30 a 40	Da 18,5 a 20	Da 13 a 15	9
	TA	44	24	15	9
Pallamano	PA	40	20	15	7
	TA	44	27,5	15	9
Korfbal	PA	Da 40 a 60	Da 20 a 30	Da 15 a 17	Da 7 a 9
Netball	PA	30,5	15,3	13	7
	TA	37,5	22,5	15	9
Rugby	PA	144	69	23	11
	TA	154	79	23	11
Tiro alla fune		-	-	-	-
Pallavolo ^{a)}	PA	24	15	13	9
Categoria	Illuminamento orizzontale			R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}			
I	500	0,70	-	55	70
II	200	0,60	-	55	60
III	75	0,50	-	55	60

a) Per la categoria I, una gara internazionale ad altissimo livello potrebbe giustificare una superficie di 34 m × 19 m per l'area principale (PA). Il numero di punti di griglia corrispondente è quindi 15 × 9.

5.5 Caratteristiche degli impianti di illuminazione esterna previsti

Per soddisfare i sopradescritti requisiti normativi in termini di quantità e qualità della luce, oltre che i dettami regionali in materia di inquinamento luminoso, risparmio energetico e tutela dell'ambiente, si è scelto di progettare gli impianti di illuminazione esterna così come dettagliatamente descritti nel capitolo 2.1, a cui si rimanda.

Tutti i corpi illuminanti previsti (tipo iGuzzini serie Alley e Wow, varie versioni) risultano costruttivamente conformi ai requisiti di cui alla legge regionale Veneto 17/09, come dimostrato dalle documentazioni tecniche in appendice "2" alla presente relazione.

La potenza assorbita complessivamente da questa porzione impiantistica sarà di circa 3.050W (incluse perdite di sistema), e risulterà interamente derivata dal nuovo quadro elettrico di zona "Q.IP".

5.6 Modalità di alimentazione e gestione degli impianti di illuminazione previsti

L'intero complesso impiantistico di progetto sarà ricondotto ed elettricamente collegato ad un punto di consegna dell'energia trifase con neutro 230÷400V - 50Hz, di nuova fornitura; in corrispondenza dello stesso sarà assiemato e installato il quadro elettrico di gestione "Q.IP", conformato come descritto in dettaglio nel relativo elaborato schema unifilare con vista frontale .

Gli impianti di illuminazione relativi a vialetti e anelli si attiveranno automaticamente al crepuscolo e si spegneranno, in modo altrettanto automatico, all'alba.

Per garantire il rispetto dei contenuti di cui alla L.R. Veneto 17/09 art. 9 comma 2 lettera d, in materia di riduzione del flusso luminoso, ciascuna nuovo corpo illuminante di questa sezione impiantistica sarà dotato di un alimentatore elettronico preconfigurato in fabbrica, autonomamente in grado di apprendere la cosiddetta "mezzanotte virtuale" e conseguentemente applicare per ciascun ciclo di accensione giornaliera una riduzione del flusso luminoso con le seguenti modalità:

- accensione al crepuscolo, con output di potenza e di flusso luminoso al 100% (nominale);
- riduzione della potenza assorbita e del flusso luminoso emesso a un valore di circa il 70% (rispetto al nominale), per un periodo intercorrente dalle ore 22:00 e fino all'alba (variabile in funzione della stagionalità).

Per quanto concerne invece gli impianti di illuminazione dei campetti "D1 ÷ D3", la gestione ed il comando dei diversi punti luce ivi previsti è prevista progettualmente con diverse modalità (anche diversificabile per contesto), ed in particolare:

- standard automatica, ovvero con l'attivazione al tramonto e lo spegnimento ad un orario serale prestabilito (impostabile sull'interruttore orario astronomico già previsto all'interno della quadro di impianto "Q.IP");
- manuale, ovvero con l'utilizzo degli specifici selettori di comando anch'essi contenuti all'interno del quadro "Q.IP";
- con controllo da remoto (da intendersi come opzionale, ma implementabile in futuro nel quadro elettrico senza particolari modifiche o adeguamenti dello stesso); il controllo remoto potrà essere attuato per mezzo di sistemi di comunicazione radio (attivabili tramite applicazioni smartphone o similari che la Committenza vorrà rendere

disponibili) oppure più semplicemente per mezzo di gettoniere in sito (che potranno eventualmente essere dislocate anche nelle immediate vicinanze dei campetti stessi).

Il controllo “da remoto” degli impianti di illuminazione, così come pensato, consentirà di fatto un utilizzo del servizio “luce” solamente su chiamata, ottimizzando i costi di esercizio e garantendo i maggiori benefici possibili anche in materia di inquinamento luminoso.

Le modalità di gestione potranno essere diversificate in funzione della stagionalità, ad esempio attivando la funzionalità standard automatica nel periodo primaverile / estivo mentre quella con controllo remoto in tutto gli altri mesi dell'anno (dove ragionevolmente l'utilizzo delle dure sarà meno frequente).

5.7 Rispetto dei criteri tecnici della L.R. Veneto 17/09

A seguito dell'elaborazione dei calcoli di dimensionamento è possibile affermare che tutti i parametri di quantità e qualità della luce richiesti sia dalle norme che dalla legge regionale appaiono rispettati.

I calcoli illuminotecnici sono stati sviluppati con l'ausilio di software specifico (Dialux vers. 4.13.0.0), sempre e comunque con riferimento a tutti i parametri geometrici e fisici delle aree in cui gli impianti verranno installati; inoltre sono state utilizzate le curve fotometriche fornite direttamente dalla casa produttrice degli apparecchi prescelti, così da ottenere risultati il più veritieri possibile.

Si precisa fin d'ora che eventuali verifiche ad impianti realizzati potranno evidenziare, rispetto ai valori di seguito riportati, qualche differenza in relazione alle tolleranze legate:

- alle caratteristiche proprie delle sorgenti luminose e dei complessi alimentatori utilizzati;
- ai valori della tensione di rete;
- al posizionamento finale dei centri luminosi.

Si rileva pertanto la rispondenza dei nuovi impianti di illuminazione esterna ai requisiti determinati dalla L.R. Veneto 17/09, art. 9 comma 2; in particolare essi:

- sono costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a 90° ed oltre;
- sono equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, del tipo a led e con efficienza delle sorgenti maggiore di 90lm/W;
- sono realizzati in modo che le superfici illuminate non superino i livelli minimi di luminanza e/o illuminamento previsti dalle norme specifiche (entro i limiti di sovradimensionamento ammessi);
- sono provvisti di appositi dispositivi che abbassano i costi energetici e manutentivi, agiscono in modo puntuale su ogni corpo illuminante e riducono il flusso luminoso in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore 24.00.

In **appendice “1”** si allegano i risultati ottenuti comprovanti il corretto dimensionamento delle porzioni di impianti di illuminazione pubblica in oggetto:

5.8 Documentazione a corredo degli apparecchi illuminanti prescelti

Al fine di ottemperare alle specifiche prescrizioni di cui all'articolo 7. comma 4. lettera a) della L.R. Veneto 17/09, il quale espone che il progetto illuminotecnico deve essere corredato da:

- “a. documentazione relativa alle misurazioni fotometriche dell'apparecchio utilizzato nel progetto esecutivo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, del tipo del formato commerciale “Eulumdat” o analogo verificabile, emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da ente terzo quale l’IMQ. Detta documentazione deve riportare la posizione di misura del corpo illuminante, il tipo di sorgente, l’identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del responsabile tecnico del laboratorio e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure effettuate;*
- b. istruzioni di installazione ed uso corretto dell'apparecchio in conformità alla legge”*

si riportano in **appendice “2”** le documentazioni/dichiarazioni cartacee rilasciate dalla Ditta produttrice iGuzzini in merito ai corpi illuminanti previsti; le specifiche fotometrie in formato Eulumdat, invece, sono contenute nel cd-rom allegato alla presente.



5.9 Dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico

In relazione ai contenuti dell'articolo 7. comma 2. della L.R. Veneto 17/09, il quale asserisce che:

“il progetto illuminotecnico, sviluppato nel rispetto delle norme tecniche vigenti del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) e dell’ente nazionale di unificazione (UNI), è accompagnato da una certificazione del progettista di rispondenza dell’impianto ai requisiti della presente legge”

si riporta di seguito la dichiarazione di rispondenza stessa.

Il sottoscritto **PER. IND. MARTINO CECCHINATO** con sede studio di progettazione in **VIALE DEL LAVORO n°54 cap 35020** comune **PONTE SAN NICOLÒ** provincia **PD** tel. **049.7380607** fax **049.7380607** e-mail **cecchinato@2c-studio.it** iscritto all'**ORDINE DEI PERITI INDUSTRIALI E DEI PERITI INDUSTRIALI LAUREATI DELLA PROVINCIA DI PADOVA** n° iscrizione **1522** progettista degli impianti di **ILLUMINAZIONE ESTERNA PUBBLICA** nell'ambito della **"REALIZZAZIONE PARCO DELLA GUIZZA"** nel territorio comunale di Padova

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla Legge della Regione Veneto n°17 del 07.08.09 *"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"*, art. n°9, ed alle successive integrazioni e modifiche, avendo in particolare:

- riportato dettagliatamente nel progetto illuminotecnico tutti gli elementi per un'installazione corretta ed ai sensi della L.R. n°17/09 e successive integrazioni;
- rispettato le indicazioni tecniche della L.R. n°17/09 e successive integrazioni, e realizzato una relazione illuminotecnica a completamento del progetto che dimostri la completa applicazione della legge medesima;
- seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego e nello specifico le norme UNI 11248:2012, UNI EN 13201-2:2016, UNI EN 13201-3:2016 e UNI EN 12193, e quindi di aver realizzato un progetto a "regola d'arte";
- corredato il progetto illuminotecnico della documentazione di seguito elencata:
 - relazione che dimostra il rispetto delle disposizioni di L.R. n°17/09 e successive integrazioni;
 - calcoli illuminotecnici e risultati illuminotecnici (comprensivi di eventuali curve iso-luminanze e iso-illuminamenti);
 - dati fotometrici dei corpi illuminanti in formato tabellare numerico e cartaceo e sotto forma di file normalizzato Eulumdat. Tali dati sono stati certificati e sottoscritti, circa la loro veridicità, dal responsabile tecnico del laboratorio di misura, certificato secondo standard di qualità, preferibilmente meglio se di ente terzo quale IMQ;

DECLINA

- ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da una esecuzione sommaria e non realizzata con i dispositivi previsti nel progetto illuminotecnico esecutivo;
- ogni responsabilità, qualora dopo averlo segnalato alla società installatrici, la stessa proceda comunque in una scorretta installazione (non conforme alla L.R. n°17/09) dei corpi illuminanti; in tal caso il progettista si impegna a segnalarlo al Committente (pubblico o privato), in forma scritta; tutto ciò esclusivamente in caso di affidamento di incarico di direzione tecnica dei lavori allo scrivente progettista.

Il tecnico progettista

Per. Ind. Martino Cecchinato