



Comune di MINERBIO (BO)

2° SETTORE - Pianificazione gestione e sviluppo
del territorio lavori pubblici e manutentivi

RUP: Dott.ssa Elisa Laura FERRAMOLA
40061 Minerbio (BO)
Via Garibaldi, 44

Marco Bedeschi Ingegnere



40141 BOLOGNA
via R. Stracciacari, 7
tel. 339 3394096
PEC: marco.bedeschi@ingpec.eu

**Completamento della CICLABILE
di via RONCHI Inferiore**
tratto posto fra la SP5 e la via Marzabotto
CIG: Z743257369 CUP: B81B21003120007

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo elaborato:

**Relazione generale
Illuminazione pubblica**

Archivio:

M-c:\2021\177-Ciclabile_via_Ronchi-MINERBIO\ESECUTIVO\dwg\00.dwg

data:

31/07/2022

Tav. n.

5.g

Sommario

PREMESSA	2
1 - INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE	2
2 - NORME, LEGGI E REGOLAMENTI	4
3 - INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE.	5
4 - DESCRIZIONE DELLE OPERE PROGETTATE.	6
4.1 -GENERALITA'	6
4.2 - CORPI ILLUMINANTI.....	6
4.2.1 - Caratteristiche dei CORPI ILLUMINANTI.	6
4.3 - SOSTEGNO O PALO.	7
4.4 - LINEE DI ALIMENTAZIONE.....	7
4.5 - ALIMENTAZIONE APPARECCHI.....	9
4.6 - CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE.	9
4.7 - IMPIANTI DI TERRA.	9
4.8 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.	9
4.9 - PROTEZIONE ADDIZIONALE MEDIANTE INTERRUTTORI DIFFERENZIALI.....	10
4.10 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.	10
4.11 - PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI.	10
4.12 - PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI.	10
4.13 - QUADRI ELETTRICI.....	11
4.14 - DESIGNAZIONE MATERIALI.	11
5 - INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI.....	11
6 - QUADRI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE.	12

PREMESSA

Alla scopo di raggiungere un adeguato standard di sicurezza nella ristrutturazione di una infrastruttura stradale, sia in fase notturna che in momenti di scarsa visibilità diurna, è necessario un adeguato sistema di illuminazione artificiale capace di garantire un corretto illuminamento in particolar modo delle zone considerate critiche dal punto di vista della circolazione stradale con particolare riguardo ai percorsi pedonali e ciclabili. Le eventuali avverse condizioni atmosferiche (pioggia, nebbia, etc.) concorrono ad abbattere ulteriormente la sicurezza della circolazione. Un sistema di illuminazione efficace deve consentire di mitigare, meglio ancora eliminare, tutti quegli elementi che possono ridurre il livello di sicurezza nella circolazione, al di sotto di quello previsto per la categoria di strada.

1 - INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE

La presente relazione descrive le caratteristiche tecniche ed estetiche che dovranno contraddistinguere l'esecuzione dell'impianto di illuminazione per il completamento del percorso ciclo-pedonale di via Ronchi Inferiore nel tratto compreso fra la rotatoria della Sp5 (via) e la rotatoria di via Marzabotto, eseguite nel corso del 2020, nel Comune di Minerbio (BO).

Il progetto si pone come obiettivo quello di definire le condizioni di illuminazione che garantiscano la massima sicurezza a completamento degli impianti realizzati in prossimità delle due intersezioni citate, determinando le migliori condizioni per il traffico nelle ore notturne e nel corso delle eventuali avverse condizioni atmosferiche.

In relazione al fatto che la percezione visiva è determinata dai contrasti di luminanza, si distinguono due tipi di visione notturna su strada:

- oggetto chiaro su sfondo scuro;
- oggetto scuro su sfondo chiaro.

Il primo tipo di visione si presenta quando la luminanza dell'oggetto è superiore a quella dello sfondo; questo avviene quando gli ostacoli sono illuminati maggiormente rispetto al piano stradale.

Il secondo tipo di visione, detto anche per silhouette, si ha quando la luminanza dell'oggetto è inferiore a quella dello sfondo. Questo avviene quando il piano stradale è maggiormente illuminato rispetto agli ostacoli verticali. E' questo il tipo di illuminazione che si tende a realizzare con l'illuminazione stradale.

Affinché un impianto di illuminazione stradale possa assicurare soddisfacenti condizioni di visibilità e di comfort visivo, è necessario scegliere correttamente i seguenti parametri:

- livelli di luminanza di illuminamento sulla strada;
- uniformità di luminanza e di illuminamento; abbagliamento;
- guida visiva;
- disposizione dei centri luminosi.

Nel progetto si è cercato di privilegiare soluzioni che mirano principalmente al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Contenimento dell'inquinamento luminoso e salvaguardia ambientale del territorio;

- Miglioramento del confort visivo;
- Ottimizzazione degli impianti di illuminazione;
- Riduzione dei consumi energetici;
- Riduzione dei costi di gestione;
- Valorizzazione degli interventi.

Il perseguimento di tali obiettivi è stato ottenuto applicando quanto prescritto dalla norma UNI11248:2012, dalla norma UNI EN 13201-2, dalle norme CEI cogenti del settore nonché secondo quanto previsto dalle leggi vigenti.

In sintesi, ciò è stato conseguito adottando le seguenti scelte progettuali:

1. Controllo del flusso luminoso degli apparecchi evitando di inviarne al di sopra del piano dell'orizzonte;
2. Adozione dei corretti valori di luminanze e di illuminamenti previsti dalle norme per la tipologia di strada in progetto;
3. Adozione di lampade a elevata efficienza energetica;
4. Ottimizzazione degli impianti in termini di massimizzazione dei rapporti interdistanze altezza dei sostegni;
5. Utilizzo di idonei sistemi di regolazione per il controllo del flusso luminoso e la stabilizzazione della tensione;
6. Riduzione dell'abbagliamento diretto.

Tra i requisiti di carattere illuminotecnico si conseguirà un elevato controllo del flusso luminoso emesso dagli apparecchi illuminanti, assicurando un elevato fattore di utilizzo dell'impianto e dirigendo il flusso luminoso prioritariamente sulle superfici stradali. Nella progettazione e nella scelta degli apparecchi di illuminazione si è posta particolare cura nella prevenzione dell'abbagliamento, al fine di garantire la sicurezza della circolazione stradale e il raggiungimento di un confort visivo adeguato alla tipologia di strada. A tale fine è stato scelto, fatte salvo quanto potrà essere proposto dall'impresa in sede di progetto costruttivo, un apparecchio che è a emissione 'deflessiva' indiretta a riflessione totale. Per la verifica di tale soddisfacimento vengono forniti i dati fotometrici relativi agli apparecchi utilizzati.

Classificate le strade in progetto sono quindi state determinate le prestazioni illuminotecniche da conseguire. Si è proceduto altresì all'individuazione delle caratteristiche dimensionali della strada e delle singolarità presenti al fine di determinare quelle che sono le caratteristiche geometriche dell'impianto da realizzare.

Nel progetto si è cercato di massimizzare il rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose considerando un tratto di strada "tipo". Si è quindi proceduto a un calcolo illuminotecnico accurato modellando e simulando con apposito software, la geometria dell'intervento fino ad ottenere i valori di illuminamento e uniformità prescritti dalle norme.

2 - NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Gli impianti, oggetto dell'appalto, nel loro complesso e nei singoli componenti, dovranno risultare conformi alla legislazione e alla normativa vigente al momento dell'esecuzione dei lavori stessi, in particolare:

- Normative INAIL (ex ISPEL);
- Normative d'unificazione UNI;
- Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- Leggi, regolamenti e circolari tecniche che saranno emanati in corso d'opera;
- Normative, Leggi, Decreti Ministeriali regionali o comunali;
- Prescrizioni e raccomandazioni delle ASL;
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- Marchio CE, IMQ o di corrispondenti organismi per tutti i materiali elettrici.

Inoltre per tutti i componenti, per i quali dovrà essere prevista "l'omologazione" secondo le prescrizioni vigenti, dovranno essere forniti i relativi certificati. Qualora il fornitore non sia in possesso, per determinati apparecchi, del certificato d'omologazione, dovrà essere fornita una dichiarazione, sottoscritta dal fornitore, nella quale lo stesso indica gli estremi della richiesta d'omologazione e garantisce che l'apparecchio fornito soddisfa a tutti i requisiti prescritti dalla specifica d'omologazione. Si richiamano le più ricorrenti Norme UNI e CEI cui far riferimento; l'elenco non ha carattere esaustivo:

NORME TECNICHE RELATIVE AGLI IMPIANTI ELETTRICI

Dovranno essere applicate integralmente le ultime edizioni delle Norme seguenti:

- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL, in quanto Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- alle norme CEI applicabili;
- alle NORME CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- alle NORME CEI 17-13: "Apparecchiature di protezione e di manovra per bassa tensione";
- alle NORME CEI 64-7: "Impianti elettrici di illuminazione pubblica";
- alle NORME CEI 23-51: "Quadri di distribuzione per installazioni fisse";
- alle NORME CEI 34-21: "Apparecchi di illuminazione";
- alle NORME CEI 34-1: "Lampade e relative apparecchiature";
- alle NORME CEI-UNEL 35024/1: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a.";
- alla Legge n° 791/97: "Attuazione delle direttive CEE 72/73 relative alle garanzie di sicurezza nei materiali elettrici";
- al D.lgs n° 626/96: "Attuazione della direttiva 93/68 CEE in materia di marcatura CEE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione".

ALTRE DISPOSIZIONI RELATIVE GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Dovranno inoltre essere rispettate le ultime edizioni delle norme e prescrizioni di seguito riportate:

- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma UNI EN 13201-2 / 3 / 4:
- UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni;

- UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- Norma UNI 10671 – Apparecchi d’illuminazione – Misura dei dati fotometrici e presentazione dei risultati;
- Norma UNI 10819 – Impianti d’illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso; Prescrizioni del Ministero dei Lavori Pubblici per l’installazione di gruppi elettrogeni (MI SA 31/78);
- Tabelle UNEL per il dimensionamento dei cavi elettrici.

LEGGI E DECRETI

- DPR 547 25 aprile 1955 e varianti successive “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”;
- Legge n. 186 del 1 marzo 1968 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche;
- Legge n. 791 del 18 ottobre 1977 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici;
- Allegato I e Allegato II del DPR n. 524 del 08.06.1982 “Principi della segnaletica di sicurezza” e “Colori di sicurezza e colori di contrasto”;
- Legge n. 46 del 5 marzo 1990, “Norme per la sicurezza degli impianti elettrici”;
- DPR n. 447 del 6 dicembre 1991, “Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46 in materia di sicurezza degli impianti”;
- DLGS n. 626 del 19 settembre 1994 riguardante la sicurezza sul luogo di lavoro.

3 - INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE.

L’individuazione delle categorie illuminotecniche passa attraverso l’analisi dei rischi obbligatoria, che, assieme alla classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica, viene definita dalla norma UNI 11248:2012.

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l’indicazione di una categoria illuminotecnica.

I tratti interessati sono classificabili come strade di tipo C definite Strade extraurbane secondarie, pertanto si propone la categoria illuminotecnica di ingresso M3.

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Classe EN 13201		M1	M2	M3	M4	M5	M6		
Luminanze [cd/m ²]		2	1,5	1	0,75	0,5	0,3		
E orizzontali	C0 (50lx)	C1 (30lx)	C2 (20lx)	C3 (15lx)	C4 (10lx)	C5 (7.5lx)			
E orizzontali				P1 (15lx)	P2 (10lx)	P3 (7.5lx)	P4 (5lx)	P5 (3lx)	P6 (1.5lx)
Cat. aggiuntive		EV3	EV4	EV5					

VALORI DI ILLUMINAMENTO (come da calcoli illuminotecnici)

Strada + pista ciclo-pedonale	Categoria	Illuminamento orizzontale	
		E_{med} in lux (minimo mantenuto)	U_o^* (minima)
1	C3	23,0	0,40

U_o = Uniformità globale - Rapporto tra illuminamento minimo e medio su un tratto significativo.

Si precisa che in fase di progetto, sono state valutate tre categorie illuminotecniche:

- di ingresso per l'analisi dei rischi
- di progetto
- di esercizio

La categoria C3 rappresenta, in sede di progetto, la categoria di ingresso per l'analisi dei rischi. Nella gestione dell'impianto, vista la presenza di moduli di telecontrollo su ogni punto luce, sarà comunque possibile modificare la categoria illuminotecnica di esercizio.

4 - DESCRIZIONE DELLE OPERE PROGETTATE.

4.1 -GENERALITA'.

L'impianto elettrico di pubblica illuminazione, descritto in premessa, è alimentato dalla rete ENEL con corrente alternata trifase, sistema TT, a 400V 50 Hz, come classificato dalla norma italiana CEI. E' stata posta particolare attenzione nel curare l'impatto ambientale con un apposito programma di risparmio energetico ottenuto mediante l'impiego di corpi illuminanti a LED, di apparecchiature per la riduzione del flusso luminoso, su tutti i punti luce, in modo da poter ottenere sia un risparmio notevole di energia consumata e sia un significativo aumento della durata degli apparecchi.

Le opere previste consistono in tutte quelle necessarie per rendere l'impianto perfettamente funzionante e rispondente alle esigenze, alle norme impiantistiche e in materia di risparmio energetico.

4.2 - CORPI ILLUMINANTI.

Come si è già accennato nei precedenti paragrafi, la categoria illuminotecnica della strada oggetto dell'intervento è stata individuata nella M3, essendo classificabile come strada extraurbana secondaria e si è scelto progettualmente di considerare la categoria illuminotecnica C3.

Gli apparecchi di illuminazione sono stati quindi scelti fra quelli commerciali in grado di corrispondere a tali caratteristiche.

4.2.1 - Caratteristiche dei CORPI ILLUMINANTI.

Il numero di apparecchi, il tipo e la disposizione è stata determinata con apposito software allo scopo di garantire un adeguato illuminamento tenendo conto delle destinazioni d'uso della strada e in particolare delle rotonde, degli svincoli e degli incroci.

I risultati sono stati ottenuti utilizzando un corpo illuminante come tipo " ITALO 2" o equivalente con tecnologia integrata a LED altamente performante, avente un consumo complessivo, comprendente le

perdite dell'alimentazione, pari a circa 132 W e un fattore di potenza $\cos\phi > 0,95$:

- STE-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale extraurbana.
- STU-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale, urbana e ciclopedonale. STW: Ottica asimmetrica per illuminazione di strade larghe e urbane e extraurbane, specifica per asfalti bagnati.
- SV: Ottica asimmetrica per illuminazione di svincoli autostradali o strade urbane molto strette.
- OP-DX/SX: Ottica asimmetrica per attraversamenti pedonali.
- S05: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale, urbana e aree verdi. Temperatura di colore: 4000K (3000K in opzione) | CRI ≥ 70
- LOR= 100%, DLOR= 100%, ULOR= 0%
- Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP
- Efficienza sorgente LED: 168 lm/W @ 525mA, Tj=85°C, 4000K

La scelta di tali corpi illuminanti caratterizzati da una tecnologia innovativa e si è fondata sulle seguenti considerazioni:

1. Sostenibilità ambientale. Il progetto prevede l'utilizzo di apparecchi a LED, una soluzione che è consigliata dal Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel Settore della Pubblica Amministrazione ovvero Piano d'azione nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP) che definisce i Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'acquisto di Lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, l'acquisto di Apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica (Aggiornamento dei CAM adottati con DM 22 febbraio 2011; Supplemento ordinario n. 8 alla GU del 23 gennaio 2014).
2. Confronto prestazioni. L'utilizzo di apparecchi con fonte luminosa a luce bianca, nel nostro caso a LED 4000°K con alta resa cromatica, conformemente alla normativa UNI 11248 è un parametro di influenza che può consentire di abbassare di una categoria ciascuna classe illuminotecnica. Questo rappresenta un vantaggio, per esempio, rispetto a un impianto realizzato con lampade sodio alta pressione (SAP) o ioduri metallici (IM).
3. Regolazione del flusso luminoso. La soluzione a LED integra un sistema efficiente di controllo del flusso luminoso, che consente di ridurre la potenza installata nel periodo di minore utilizzo della zona mediante orologio solare preprogrammato con riduzione del 30% per 6 ore dopo la mezzanotte virtuale.
4. Massimo risparmio. Nella soluzione presentata si è scelto di utilizzare una fonte luminosa a LED sia per privilegiare la qualità della luce, sia per aumentare la durata di vita dell'impianto. Inoltre si ottiene un notevole vantaggio sui costi di manutenzione che saranno inferiori rispetto un impianto realizzato con altre tipologie di fonti luminose (SAP o IM).

4.3 - SOSTEGNO O PALO.

Gli apparecchi stradali saranno installati su pali conici in acciaio zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461; l'altezza totale del palo risulta essere principalmente di $H_{tot} = 8,8$ metri e un'altezza fuori terra di $H_{ft} = 8$ mt, in opera su fondazioni in calcestruzzo ad una distanza minima dalle barriere di sicurezza secondo normativa dipendente dalla tipologia della specifica barriera prospiciente, ma mai inferiore a 1,00 ml., come indicato dagli elaborati grafici di progetto.

4.4 - LINEE DI ALIMENTAZIONE.

L'impianto di illuminazione è costituito da linee di alimentazione in cavo tipo FG7R 06/1 kV (norma

CEI– UNEL 35730), entro canalizzazioni in PVC interrato, di sezione idonea a contenere la caduta di tensione (c.d.t.) entro il 5%. I cavi sono posti in cavidotto corrugato a doppia parete di diametro $D_e=125$ mm e tale da consentirne la sfilabilità (rapporto vuoto-pieno $>1,3$) interrato alla profondità media di 60-80 cm, eccetto per gli eventuali attraversamenti stradali in cui si raggiungerà una profondità di 130 cm, in modo tale da non indurre tensioni meccaniche pericolose sul cavo.

Il cavidotto è posizionato su un letto di sabbia e ricoperto di sabbia onde evitare che pietrame sciolto al contatto con il cavidotto possa danneggiarlo.

Per evidenti motivi di sicurezza a circa 50 cm dal cavidotto, nel medesimo scavo, sarà interrato il prescritto nastro di segnalazione per cavidotti interrati di colore giallo/nero come segnalazione di sicurezza in caso di scavi inopportuni.

Gli attraversamenti stradali saranno realizzati entro tubazioni metalliche.

In corrispondenza di ogni sostegno verrà ricavato un pozzetto ispezionabile, in cls con chiusino in ghisa classe C250, delle dimensioni di 40x40 cm, all'interno dei quali saranno realizzate le giunzioni e le derivazioni con muffole in resina termoplastica e termoindurente e quindi i cavi verranno portati nei sostegni entro tubazioni corrugate metalliche rivestite in PVC, dn 25 mm..

Lungo la linea saranno ubicati i pozzetti di derivazione per consentire le derivazioni dei cavi di alimentazione. Non sono previsti parallelismi tra cavi di energia e cavi di comunicazione.

*Dai quadri di distribuzione e comando partirà la linea elettrica di alimentazione con **4 conduttori unipolari a doppio isolamento** (fasi R-S-T + neutro), FG16R16 - 0,6/1 kV (norma CEI – UNEL 35730), entro canalizzazioni in PVC interrate.*

Le linee di distribuzione saranno con conduttori della sezione di 6 mm^2 , sezioni idonee ad assicurare una caduta di tensione abbondantemente inferiore al 5% e soprattutto per garantire il coordinamento con i dispositivi di protezione da sovraccarico e cortocircuito.

Per la caduta di tensione si assumono convenzionalmente, a favore di sicurezza, linee di lunghezza massima di 200 metri e corpi illuminanti da 100W, pertanto:

$$\Delta V_{\%} = (V_1/V_0) \times 100$$

dove $V_0 = 400V$, tensione nominale;

dove $V_1 = R_{cavo} \times I_n$ (cioè caduta di tensione ricavata dalla resistenza del cavo moltiplicata per la corrente (I_n) della linea).

Per semplicità del calcolo si è ipotizzato che l'intero carico e quindi tutta la corrente venga 'portata' fino all'estremità e che sulla linea vengano alimentati i 21 apparecchi (in realtà le linee di distribuzione vengono derivate e interconnesse), e quindi:

$$I_n = 21 \times 100W / (400 \times 1,73 \times 0,9) = 3,37A$$

Dalle tabelle per il calcolo per le cadute di tensione, per cavi tripolari FG16R16 - 0,6/1 kV sez. 6 mm^2 si ha un coefficiente K di 9,26, e quindi:

$$V_1 = 9,26 \times 3,37 \times 200 / 1000 = 6,24 V$$

$$\Delta V_{\%} = 1,56 \%$$

Tabella Quadri elettrici, potenze e sezioni conduttori.

Strada + pista ciclopedonale	Quadro	Apparecchi illuminanti alimentati (n.)	Potenza installata (W)	Sezione linea distrib. <i>FG16R16 - 0,6/1 kV (mm²)</i>
1	Q.E. rotatoria via Marzabotto	21	c.a. 2.730	6

In generale, le sezioni dei conduttori sono state volutamente sovradimensionate al fine di contenere le cadute di tensione e consentire ampliamenti futuri senza dover intervenire sulle linee predisposte.

4.5 - ALIMENTAZIONE APPARECCHI.

L'alimentazione di ciascuna armatura è fatta con conduttore bipolare *FG16R16 - 0,6/1 kV 2x1,5mm²* di classe II, dalla dorsale. Nell'alimentazione degli apparecchi verrà rispettato il senso ciclico delle fasi onde mantenere il carico simmetrico ed equilibrato.

In corrispondenza di ogni sostegno verrà ricavato nella fondazione prefabbricata un pozzetto ispezionabile in cls delle dimensioni 40x40cm, con chiusino in ghisa classe C250. Le derivazioni per l'alimentazione degli apparecchi potrà avvenire all'interno dei pozzetti con muffole in resina termoplastica e termoidurente e tubazioni corrugate metalliche rivestite in PVC (d_n 25 mm) o direttamente nella morsettiera a doppio isolamento allocata alla base del palo.

Le giunzioni dei conduttori sono previste con appositi morsetti. I colori dei conduttori sono l'azzurro per il neutro e altri colori per le fasi.

4.6 - CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE.

Tensione d'alimentazione quadro	400V – 3F+N
Tensione d'alimentazione impianti illuminazione	230V – F+N
Sistema di distribuzione	TT (CEI 64-8)
Frequenza nominale	50Hz
Max potenza installata	(vedi schemi allegati)
Corrente di corto circuito massima ipotizzata nel punto arrivo linea al Quadro elettrico	6 kA.

4.7 - IMPIANTI DI TERRA.

L'impianto di terra non sarà necessario perché gli apparecchi sono in classe II.

L'impianto di illuminazione sarà realizzato mediante apparecchi a doppio isolamento (apparecchi in classe II) che non richiederanno la messa a terra, ma anzi la messa a terra degli stessi sarebbe proibita.

E' infatti dimostrato che la probabilità che sull'involucro metallico siano riportate tensioni pericolose per l'inefficienza dell'impianto di terra è maggiore della probabilità che la messa a terra sia utile in caso di cedimento dell'isolamento doppio rinforzato.

La protezione con componenti in classe II permette di evitare la denuncia dell'impianto di terra all'INAIL (ex Ispesl) e le verifiche periodiche da parte degli Enti Notificati.

4.8 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.

La protezione contro i contatti diretti è realizzata tramite l'isolamento delle parti attive.

La protezione contro i contatti diretti sarà quindi di tipo totale, in modo da impedire sia il contatto

accidentale che quello volontario, adatta per i luoghi accessibili a persone non addestrate. Verrà posta in atto mediante l'isolamento delle parti attive e l'uso di involucri con grado di protezione IPXXD per le parti che possono essere toccate, come richiesto dagli artt. 412.1 e 412.2 della norma CEI 64-8.

A tal fine verranno utilizzati componenti (cavi, organi di manovra e comando, accessori, etc..) il cui isolante può essere rimosso solo mediante distruzione dello stesso e le cui caratteristiche siano compatibili con il luogo di installazione.

4.9 - PROTEZIONE ADDIZIONALE MEDIANTE INTERRUITORI DIFFERENZIALI.

Gli interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di intervento $I_n = 0,03A$ devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione. Tali dispositivi saranno installati unitamente a una delle altre misure di protezione totale o parziale

4.10 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI.

I dispositivi previsti in grado di interrompere ogni tipo di sovracorrente saranno:

- interruttori automatici magnetotermici;
- interruttori con fusibili;
- fusibili.

4.11 - PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI.

La caratteristica di funzionamento del dispositivo di protezione dai sovraccarichi risponderà alle seguenti condizioni: (CEI 64-8/4 art. 433.2).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad \begin{array}{l} I_B = \text{corrente di impiego del circuito} \\ I_n = \text{corrente nominale del dispositivo di protezione} \\ I_Z = \text{portata in regime permanente del conduttore} \end{array}$$

$$I_f \leq (1,45 \cdot I_Z) \quad \begin{array}{l} I_f = \text{valore di corrente che assicura il funzionamento del dispositivo di protezione} \\ \text{entro un tempo convenzionale} \end{array}$$

4.12 - PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI.

I dispositivi di protezione avranno un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. La norma ammette comunque un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore alla corrente di cortocircuito presunta a condizione che a monte venga installato un altro dispositivo di protezione con potere di interruzione adeguato.

Sarà rispettata la seguente condizione:

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$$

- $(I^2 \cdot t)$ è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito in Ampère quadrato secondi ($A^2 \cdot s$)
- K è il valore del coefficiente tipico del cavo
- S è il valore in mm^2 della sezione del cavo in esame
- con $K = 143$ per il cavo o conduttore in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7.

Il dispositivo di protezione posto a monte della condotta verrà dimensionato per soddisfare le condizioni dovute alla variazione di sezione dall'inizio linea a fine linea.

Si è verificata anche la massima lunghezza di linea protetta nonché l'integrale di Joule e la massima

temperatura del conduttore in regime di corto circuito ottenendo ampia verifica di sicurezza.

4.13 - QUADRI ELETTRICI.

Un componente dell'impianto è il quadro elettrico: contiene i gruppi di misura e il sistema di telecontrollo. Maggiori dettagli nel capitolo QUADRO ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE.

4.14 - DESIGNAZIONE MATERIALI.

Tutti i materiali da installare dovranno essere conformi all'ambiente di installazione e dovranno possedere le marcature previste dalla vigente normativa e cioè il marchio CE o il marchio IMQ, ove applicabile, o altro marchio equivalente apposto da un organismo notificato nella Comunità Europea o da essa riconosciuto.

5 - INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI.

Al fine di rendere le simulazioni illuminotecniche il più possibile realistiche si è optato per un corpo illuminante come tipo **ITALO 2 URBAN TP**, che può essere descritto come segue:

1. Apparecchio costituito da una struttura in pressofusione di alluminio a supporto dei gruppi elettrico, ottico e delle sorgenti luminose.
2. Telaio inferiore con funzione portante al quale la copertura è incernierata ed è bloccata mediante un gancio ad apertura rapida realizzato in alluminio con molla in acciaio inox.
3. Guarnizione poliuretanicata tra telaio e copertura atta a garantire un grado di protezione IP66. Apparecchio dotato di dispositivo di sicurezza che permette il bloccaggio e la tenuta della copertura in posizione aperta per facilitare le operazioni di installazione.
4. Sistema di dissipazione termica a flusso d'aria laminare, realizzato con alettature che hanno la funzione di scambiare il calore prodotto dal corpo illuminante con l'ambiente esterno e mantenere l'ottimale temperatura di giunzione dei LED tale da garantire una minima di 70.000 ore B20L80 @ Ta=25°C, 525mA.
5. Valvola per la stabilizzazione della pressione, sia per il vano ottico che per il vano cablaggio.
6. Gruppo ottico protetto da vetro antigraffio spessore 4mm, con serigrafia decorativa atto a proteggere la sorgente e l'ottica da eventuali urti ed impatti accidentali.
7. Pluri processo di protezione delle parti metalliche con strato di verniciatura esterna con polveri poliestere di tipo idoneo all'esposizione ai raggi ultravioletti. Processo di protezione atto a garantire la resistenza all'ossidazione ed all'attacco da parte degli agenti atmosferici e delle zone marine.
8. Innesto universale in alluminio pressofuso UNI EN 1706 per installazione testa palo Ø60mm.
9. Ottica composta da moduli LED priva di lenti in materiale plastico esposte. I moduli sono dotati di riflettore in alluminio puro 99.85% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto di argento 99.95%.
10. Sorgente luminosa costituita da LED ad alta efficienza (133lm/W @ 700mA, Tj=85°C) con temperatura di colore bianco neutro con Tc=4000K e indice di resa cromatica CRI >70.
11. I LED sono disposti su circuiti stampati realizzati con uno strato di supporto in alluminio, strato di isolamento ceramico e strato conduttivo in rame, spessore totale di 1,6 mm.
12. Tra la parte dissipativa e il circuito LED è applicato uno strato di materiale termo-conduttivo atto a migliorare la continuità termica tra le parti.
13. Gruppo ottico multi layer che consente di mantenere parametri di uniformità in qualsiasi condizione.
14. Sistema modulare atto a consentire l'alloggio uno o più moduli e di scegliere tra diverse potenze disponibili.

15. Efficienza ottica: 85%÷90%
16. Disponibilità di molteplici curve fotometriche a geometria variabile secondo l'applicazione stradale richiesta.
17. Emissione fotometrica "cut-off" conforme alle leggi regionali per l'inquinamento luminoso e alla normativa UNI EN 13201.
18. Classificato "EXEMPT GROUP" secondo la norma CEI EN 62471:2009-2 "Sicurezza foto-biologica delle lampade e sistemi di lampade".
19. Cablaggio composto da alimentatore elettronico monocanale in classe II, con marchio ENEC, alloggiato all'interno del vano cablaggio su piastra facilmente estraibile per mezzo di sistema di sgancio rapido e senza uso di utensili.
20. Alimentazione a 220-240 V; 50/60 Hz; fattore di potenza a pieno carico > 0.9; distorsione armonica totale (THD) < 20% a pieno carico; corrente di alimentazione dei LED 525mA, 700mA.
21. Protezione termica, contro il corto circuito e contro le sovratensioni.
22. Tenuta all'impulso CL I: fino a 10kV
23. Tenuta all'impulso CL II: da 5kV a 9kV
24. Sistema di alimentazione : "F" – Fisso non dimmerabile.
25. Sistema di alimentazione : "DA (DIM-AUTO)"- Alimentatore programmato con un profilo di riduzione automatica del flusso luminoso, senza l'uso di comandi esterni, che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime e nelle ultime ore di accensione dell'impianto, riducendo la corrente nelle ore centrali della notte, quando è richiesto un livello di illuminazione inferiore.
26. Profilo di riduzione adattabile automaticamente alla durata variabile del periodo notturno durante l'anno.
27. Sezionatore di linea atto ad interrompere la tensione di alimentazione all'apertura dell'apparecchio, consentendo all'operatore di intervenire nella massima sicurezza.
28. Pressacavo plastico M20x1.5mm per cavi sezione max \varnothing 13mm.
29. Peso 12 kg.
30. Grado di protezione vano cablaggio e ottiche: IP66.
31. Superficie esposta al vento Laterale 0.06 m2.
32. Superficie esposta al vento in pianta 0.25 m2.
33. Coefficiente di forma 1.2.
34. Marcatura CE.
35. Norme di riferimento:
36. EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62778, EN 55015, EN 61547 , EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, CEI EN 68598-2-1, CEI EN 62262.
37. Test di resistenza alla corrosione: 800 ore nebbia salina secondo la norma EN ISO 9227.

Eventuali corpi illuminanti alternativi dovranno possedere i medesimi requisiti prestazionali ed essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

6 - QUADRI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE.

I quadri elettrici sono previsti in materiale isolante stampato in vetroresina, con grado di protezione IP 54 certificato CESI o ente equivalente, posato su apposita base in calcestruzzo alta 30cm e di dimensione adeguata, così come riportato negli schemi unifilari di potenza allegati. I quadri dovranno consentire la

suddivisione dello scomparto in due parti, accessibili separatamente dall'esterno, dall'Ente distributore e dall'utenza.

Nei quadri è quindi previsto l'alloggiamento del contatore ENEL, dei dispositivi di protezione e sezionamento delle linee in partenze, delle apparecchiature necessarie al corretto funzionamento degli apparati.

Nel dimensionamento della carpenteria del quadro, si è tenuto conto della possibilità di installare nuovi interruttori per ampliare il numero di linee servite dal quadro. Ciò al fine di consentire l'eventuale aggiunta dei tratti di linea non compresi nel presente progetto.

Distribuzione costituita dai seguenti elementi principali:

- interruttore generale automatico differenziale selettivo da 300 mA posto immediatamente a valle del gruppo di misura;
- sezionatore generale a valle dello stesso;
- scaricatore di tensione;
- strumento di misura multifunzione per la verifica ed il controllo dei parametri della rete di alimentazione;
- interruttori automatici differenziali ad alta sensibilità a protezione di ogni singola linea in uscita dal quadro per l'alimentazione degli apparecchi illuminanti;
- interruttore automatico differenziale come predisposizione per eventuale futura segnaletica luminosa;
- comandi ausiliari in esecuzione in bassa tensione per maggior sicurezza e protezione dai contatti indiretti;
- possibilità di gestire tutte le accensioni mediante un interruttore astronomico unico (ON/OFF) ed eventualmente parzializzare il numero di apparecchi accesi utilizzando un interruttore programmatore orario settimanale, in aggiunta alla dimmerazione a bordo dei singoli apparecchi.

BOLOGNA, 31/07/2022

Il tecnico

Ing. BEDESCHI Marco

