



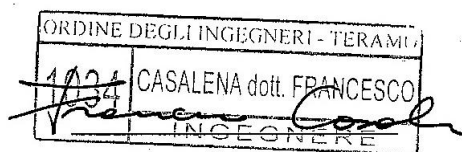
COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO

**RIFACIMENTO IMPIANTI
PUBBLICA ILLUMINAZIONE
ZONA CENTRO**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA

Teramo, 14-12-2015



Disposizioni legislative e norme di riferimento riguardanti l'impianto in oggetto

Principali disposizioni legislative

- D. Lgs. 81/08 "Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro"
- Legge 186/68 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"
- L. R. 10/2002 (Regione Marche) "Misure urgenti in materia di risparmio energetico e contenimento dell'inquinamento luminoso"
- Direttiva P. C. M. "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici" del 03/03/1999.

Norme CEI di riferimento per gli impianti elettrici

- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare"
- CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei. Criteri di posa".

Norme UNI di riferimento per gli impianti di illuminazione stradale

- UNI EN 11248 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201 "Illuminazione stradale"
- UNI EN 40 "Pali per illuminazione"

Altra documentazione di interesse

- RSE "Linee guida operative per la realizzazione di impianti di Pubblica Illuminazione"

Impianto elettrico

Dati tecnici

• Sistema di distribuzione principale	TN-C
• Sistema di collegamento dell'impianto di illuminazione	in serie
• Tensione di alimentazione	400 V
• Frequenza	50 Hz
• Corrente di corto circuito presunta nel punto di inserzione	10 kA
• Classe di isolamento	II
Condizioni normali di servizio:	
• Temperatura massima	40 °C
• Temperatura minima	-5 °C

Premessa

Il presente progetto esecutivo è stato redatto giusta la Determina Dirigenziale del Dirigente del Settore Servizi Tecnici del Territorio n. 669 del 07/11/2015.

La progettazione esecutiva impiantistica è stata eseguita unitamente alla progettazione esecutiva delle opere civili architettoniche e urbanistiche.

Non è stata prevista alcuna progettazione definitiva. Ai fini dei calcoli illuminotecnici e di dimensionamento dell'impianto elettrico è stato fatto riferimento alla documentazione tecnica disponibile presso gli Uffici.

Il progetto focalizza principalmente l'attenzione sulle aree oggetto di riqualificazione urbanistica piazza Matteotti e zone limitrofe, via Cialdini e via Gentili, indicando un'ipotesi migliorativa per le aree limitrofe ("zona centro") scaturita dai calcoli di progetto e dai sopralluoghi effettuati.

Per gli impianti di pubblica illuminazione preesistenti afferenti zone non oggetto del suddetto intervento di riqualificazione urbana si suppone la piena conformità alle norme ed alle leggi, inclusa la L. R. n.10/2002 in materia di contenimento dell'inquinamento luminoso, vigenti. Più in dettaglio, nel caso delle intersezioni stradali insistenti sulle vie Cialdini e Gentili con vie interessate dal traffico veicolare e dotate di proprio impianto di illuminazione pubblica, anche in prossimità degli attraversamenti pedonali, si assume la piena conformità dello stato di fatto, verificato nel corso dei sopralluoghi essere in pieno esercizio.

Il presente progetto, ai fini dell'illuminamento medio e dei fenomeni di abbagliamento indesiderati, considererà tali zone di studio ai fini della valutazione dei rischi, limitatamente ai dati illuminotecnici risultanti dai calcoli eseguiti. Sarà pertanto necessaria la verifica strumentale a posteriori in particolare nelle zone suddette ai sensi della norma UNI 13201 ai fini dell'ottemperanza alle norme vigenti.

Ipotesi migliorativa

Poichè si rendono disponibili risorse economiche si propone di utilizzarle nelle more dei cosiddetti lavori in economia per la sostituzione dei corpi illuminanti preesistenti su tesate nelle vie adiacenti le zone sopra meglio specificate.

Tali sorgenti luminose, del tipo a sodio ad alta pressione da 100 W poste ad un'altezza media di 6 m circa, dovranno essere ospitate in corpi illuminanti dotati di coppe in vetro trasparente, in modo tale da aumentare l'efficienza delle lampade, e gonnella in materiale opaco e/o comunque tale da eliminare la dispersione luminosa verso l'alto. La sorgente luminosa dovrà avere rapporto $lm/W > 90$ ed avere (o avvicinare) la temperatura di colore 3000K. La distribuzione elettrica attualmente in esercizio si assume conforme alle vigenti norme e leggi. La priorità nelle operazioni di sostituzione spetterà ai corpi illuminanti insistenti in prossimità degli incroci con le vie Cialdini e Gentili, per poi investire prima le vie interessate poi quelle ad esse adiacenti. Non si prevedono interventi sui relativi impianti di distribuzione elettrica. In sede di analisi dei rischi (vedasi oltre) sarà giustificato quanto sopra.

Disposizioni generali

Le opere descritte, così come le eventuali varianti in corso d'opera, devono essere realizzate secondo la regola dell'arte e nel rispetto delle norme vigenti inerenti l'esecuzione degli impianti elettrici. E' comunque richiesta l'ottemperanza a nuove norme o varianti entrate in vigore prima dell'ultimazione e la consegna degli impianti, nonché a tutte le prescrizioni e raccomandazioni degli enti preposti al controllo ed alla verifica degli impianti (INAIL, ASL, VVF, ARPAM) ed alle prescrizioni degli enti erogatori di servizi quali distribuzione elettrica, idrica, gas e rete dati.

La rispondenza degli impianti alle norme sopra citate é intesa nel senso più restrittivo: sia la realizzazione complessiva che ogni singolo componente dell'impianto dovranno essere rispondenti a quanto previsto.

Gli impianti dovranno essere installati perfettamente funzionanti e sicuri nell'esercizio.

Il presente progetto concerne principalmente l'impianto elettrico di pubblica illuminazione che sarà realizzato nelle due zone oggetto di riqualificazione urbana all'interno del Comune di Porto San Giorgio: la prima piazza Matteotti e zone limitrofe (via Cavallotti nel tratto compreso tra la stazione FS e piazza della Marina, via Crispi nelle immediate adiacenze alla stazione FS), l'altra via Cialdini e via Gentili.

Lo studio è stato condotto considerando pedonali i tratti seguenti:

- piazza Matteotti;
- via Cavallotti nel tratto tra stazione FS e piazza della Marina;
- via Crispi, nelle immediate vicinanze della stazione FS;
- via Trevisani nel tratto corrispondente a piazza Matteotti;
- via Cialdini;
- via Gentili nel tratto tra via Cavallotti e via Verdi.

Sono strade soggette a traffico veicolare:

- via Verdi, a senso unico in direzione nord, priva di marciapiedi nel tratto di interesse;
- via Gentili, a senso unico in direzione ovest, completa di marciapiedi sui due lati della carreggiata;

Si precisa che i suddetti tratti di via Crispi e via Cavallotti, pur conservando la natura pedonale, sono percorsi da bus e pullmann, e che per brevi tratti nella zona di interesse via Trevisani, nei pressi delle intersezioni con via Buoizzi, è pure soggetta a traffico veicolare.

Poiché vanno comunque evitati pericolosi fenomeni di abbagliamento molesto ai conducenti dei veicoli motorizzati, la scelta per le sorgenti luminose di piazza Matteotti e via Cavallotti è caduta su ottiche stradali del tipo G4, capaci allo stesso tempo di offrire adeguata illuminazione alle aree pedonali.

Onde evitare gli stessi fenomeni presso gli incroci con le vie Cialdini e Gentili, le ottiche prescelte per i corpi illuminanti da installare su queste vie sono stradali del tipo G4 e G6 ("cut-off").

Il progetto, elaborato a partire dal punto di consegna dell'energia elettrica fino agli apparati utilizzatori, è comprensivo dei particolari della componentistica prevista, ovunque da considerare puramente indicativi ed inseriti al solo fine di precisarne le desiderate caratteristiche tecniche.

Non sono compresi nel progetto la verifica con il calcolo della probabilità di fulminazione dei pali e l'eventuale progetto dell'impianto di protezione.

Il progetto non comprende inoltre i dimensionamenti ed i posizionamenti degli scavi, dei plinti, delle eventuali piastre, dei cavidotti, delle canalizzazioni e dei pozzetti di distribuzione con relativa posa in opera, tutti afferenti la realizzazione delle opere civili.

Nei disegni planimetrici allegati il posizionamento degli elementi suddetti è pertanto puramente indicativo e non prescrittivo: l'inserimento è stato necessario ai soli fini dell'evidenza dello sviluppo geometrico generale e complessivo dell'impianto elettrico.

E' escluso dal presente progetto tutto ciò che non è espressamente indicato farne parte.

Impiantistica elettrica: criteri generali

Tutto il materiale installato sarà conforme alle norme CEI di riferimento, dotato di marcatura CE e certificato IMQ.

La topologia dell'impianto elettrico è ovunque del tipo con conduttore neutro a terra: il sistema di distribuzione è pertanto privo del conduttore di terra (cavo giallo/verde), le cui funzioni sono di fatto assunte dallo stesso conduttore neutro (denominato PEN).

Le linee saranno tutte attestate sui quadri generali, posizionati nei pressi del punto di consegna che è ovunque in bassa tensione, trifase a 400 V.

La distribuzione principale sarà trifase, quella secondaria monofase in prossimità degli apparati utilizzatori. La derivazione delle singole fasi ai fini del bilanciamento del carico sulle stesse, viste le scarse potenze impegnate, sarà eseguita alternando i tre conduttori di fase sui carichi della medesima entità.

Le caratteristiche elettriche dei componenti dei quadri sono definite negli schemi unifilari allegati.

La sicurezza dell'impianto è affidata a dispositivi adatti ad interrompere sovraccarichi superiori alla portata nominale dei cavi e dei cortocircuiti; i contatti indiretti saranno controllati per mezzo di impianto in classe II, ovvero in doppio isolamento.

I cavi elettrici non saranno installati in prossimità di altre condutture che producano calore o fluidi dannosi, in merito si vedano nel seguito le prescrizioni di progetto.

I raccordi tra cavi sono possibili solo all'interno di pozzetti, entro scatole di derivazione idonee all'uso esterno.

Di seguito sono esposte le principali modalità di posa di cavi e canali di protezione, a complemento di quanto previsto nel progetto esecutivo architettonico e urbanistico.

Posa entro cavidotto interrato

Le canalizzazioni in pvc devono essere sempre posate ad una profondità di almeno 0,5 m con una superiore protezione meccanica supplementare quando non immerse nel massetto o in materiale di riempimento di adeguato spessore. Nel nostro caso si ritiene sufficiente la prevista profondità di posa, non sussistenti eventuali problemi di schiacciamento dei cavidotti, per cui è ridondante la protezione meccanica supplementare.

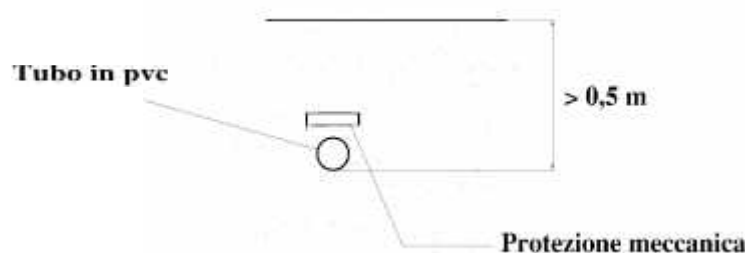


Figura 1 – Esempio di posa interrata di cavidotto in pvc

I cavidotti dovranno avere adeguato diametro: nel rispetto delle disposizioni del progetto sopra riportato si ritiene necessario l'utilizzo di diametri nominali pari almeno a 63 per la distribuzione principale e 40 per quella secondaria.

Pozzetti e raggi di curvatura

Il raggio minimo di curvatura dei cavi deve essere almeno 12D, dove D è il diametro esterno del cavo stesso.

Lungo la canalizzazione devono essere predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni e dei cambi di direzione in modo da facilitarne la posa e rendere l'impianto

ispezionabile e accessibile per la manutenzione.

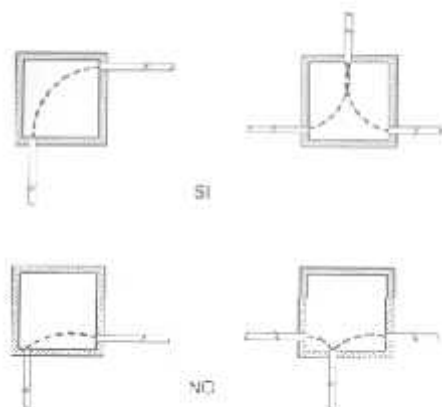


Figura 2 - Nei pozzetti va rispettato il raggio minimo di curvatura dei cavi.

Per cavi di nostro interesse sono sufficienti pozzetti di dimensioni interne di almeno 40x40 cm in rettilineo e 50x50 cm negli angoli, sempre nel rispetto di quanto previsto in sede di progettazione delle opere civili. I chiusini dei pozzetti devono essere di tipo carrabile quando ubicati su strada o su passi carrai.

Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni di servizi o di strutture metalliche devono osservare le prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto, di seguito esposte:

Distanza dai cavi di telecomunicazione

Nell'incrocio tra cavi di energia e di telecomunicazione interrati la distanza deve essere di almeno 0,3 m.

Nei parallelismi tra cavi di energia e di telecomunicazione la distanza deve essere almeno 0,3 m ed i cavi conduttori devono essere posati al di sotto dei cavi di telecomunicazione.

Distanza dalle tubazioni metalliche

Un cavo conduttore deve essere posto ad una distanza di almeno 0,5 m dalla tubazione metallica.

Distanza dalle condutture in pressione

I cavi conduttori devono distare almeno 0,5 m dalle condutture in pressione e nelle intersezioni la distanza minima da rispettare è almeno 0,3 m.

Distanza dai cavidotti elettrici interrati BT

I cavi conduttori devono distare almeno 0,5 m dai cavidotti in bassa tensione e nelle intersezioni la distanza minima da rispettare è almeno 0,3 m.

Distanza dai cavi e/o cavidotti elettrici interrati MT

I cavi conduttori devono distare almeno 0,5 m dai cavi conduttori della media tensione ovunque.

Per il dettaglio dimensionale e planimetrico dei cavidotti e dei pozzetti si rimanda al progetto esecutivo delle opere civili.

Cavi elettrici

Le linee elettriche della distribuzione principale saranno realizzate con cavo dotato di doppio isolamento del tipo FG7(O)R 0,6/1 kV 4x6 mmq posato entro tubazioni di pvc interrate. Dalla distribuzione principale deriveranno, entro scatole di derivazione adatte all'uso esterno e per mezzo di idonee morsettiere, le linee monofase di alimentazione dei corpi illuminanti in cavo del tipo FG7(O)R 0,6/1 kV 2x4 mmq fino alla morsettiera entro il palo, dalla quale deriverà la linea in cavo FG7(O)R 0,6/1 kV 2x2,5 mmq per la risalita fino alla sorgente luminosa, alimentata da cavo FG7(O)R 0,6/1 kV 2x1,5 mmq.

Tale soluzione consente sulla dorsale di distribuzione l'impiego di cavo multipolare protetto da doppia guaina isolante i cui conduttori non raggiungono sezioni rilevanti.

La colorazione dei conduttori dovrà rispondere alla norma CEI-UNEL, in particolare l'isolamento dei cavi di neutro sarà di colore blu.

Il dimensionamento dei conduttori è stato effettuato ipotizzando una caduta di tensione massima del 4% con i carichi approssimati per eccesso.

Per la zona di piazza Matteotti sono stati considerati i seguenti parametri di dimensionamento minimi:

- Tensione nominale: 400 V
- Potenza nominale: 1 kW
- Corrente di linea (I_B): 1,6 A
- Sistema di alimentazione: trifase
- Fattore di potenza: 0,9
- Lunghezza linea: 215 m
- Tipo di cavo: multipolare isolato in EPR
- Tipo di posa: interrata entro tubazione protettiva
- Temperatura terreno: 20° C
- Massima caduta di tensione: 4%
- Sezione nominale minima: 4 mmq
- Portata cavo (I_Z): 32 A
- Caduta di tensione effettiva: 10 V (2,5%)

Per la zona di via Gentili sono stati considerati i seguenti parametri di dimensionamento minimi:

- Tensione nominale: 400 V
- Potenza nominale: 0,8 kW
- Corrente di linea (I_B): 1,28 A
- Sistema di alimentazione: trifase
- Fattore di potenza: 0,9
- Lunghezza linea: 300 m
- Tipo di cavo: multipolare isolato in EPR
- Tipo di posa: interrata entro tubazione protettiva
- Temperatura terreno: 20° C
- Massima caduta di tensione: 4%
- Sezione nominale: 4 mmq
- Portata cavo (I_Z): 32 A
- Caduta di tensione effettiva: 11,16 V (2,79%)

Per la zona di via Cialdini sono stati considerati i seguenti parametri di dimensionamento minimi:

- Tensione nominale: 400 V
- Potenza nominale: 0,8 kW
- Corrente di linea (I_B): 1,28 A
- Sistema di alimentazione: trifase
- Fattore di potenza: 0,9
- Lunghezza linea: 315 m
- Tipo di cavo: multipolare isolato in EPR
- Tipo di posa: interrata entro tubazione protettiva
- Temperatura terreno: 20° C
- Massima caduta di tensione: 4%
- Sezione nominale: 4 mmq
- Portata cavo (I_Z): 25 A
- Caduta di tensione effettiva: 11,72 V (2,93%)

Ai fini del dimensionamento di progetto il cavo della distribuzione principale è stato scelto di una sezione, superiore a quella minima, pari a 6 mmq. Per il cavo multipolare 4x6 mmq isolato in EPR e posato entro cavidotto interrato sono stati considerati i valori medi $I_Z=41$ A e $K=1,5$.

Quadri elettrici e distribuzione

Saranno installati n.2 quadri elettrici, rispettivamente a servizio delle zone di piazza Matteotti il primo, delle vie Gentili e Cialdini il secondo.

Entrambi faranno riferimento alla norma CEI EN 62208 e saranno alloggiati entro l'apposito contenitore da esterno munito di serratura a chiave del tipo "Conchiglia" o equivalente, recante grado di protezione almeno IP 44 e dotato di predisposizione per alloggiamento di impianti in doppio isolamento.

All'interno dei quadri saranno facilmente identificabili i circuiti ed i rispettivi dispositivi di protezione e sezionamento. Inoltre ciascun quadro dovrà essere provvisto di una targa contenente i seguenti dati:

- nome del costruttore;
- sigla del tipo di quadro;
- tensione nominale;
- corrente nominale;
- grado di protezione.

Nel quadri, a monte delle protezioni e dei sezionamenti, saranno installati dispositivi sezionatori con funzioni di interruttore generale da 16 A.

La distribuzione principale per la zona di piazza Matteotti e aree limitrofe origina dal quadro che dovrà essere posto su via Cavallotti lato est, all'interno dello spazio adibito a verde ed in prossimità del punto di consegna e del relativo quadro di distribuzione preesistenti.

A valle dell'apparato di misura sarà derivata in parallelo una linea 4x(1x6) mmq su cavo FG7(O)R in ingresso al quadro di nostro interesse.

Per il dettaglio del quadro si rimanda allo schema unifilare allegato.

In loco la potenza attualmente installata è pari a 15 kW, di cui il 60% circa effettivamente impegnata.

La distribuzione principale avverrà entro il cavidotto esistente fino all'incrocio tra via Cavallotti ed il sottopasso adibito a traffico veicolare esistente, lato sud, quindi su cavidotti di nuova predisposizione nell'ambito del progetto delle opere civili.

I pali della pubblica illuminazione saranno alimentati mediante linee FG7(O)R 2x4 mmq originate dai pozzetti predisposti nei pressi e meglio specificati nel progetto suddetto.

Le distribuzioni principali per le zone di via Gentili e via Cialdini originano entrambe dal quadro che dovrà essere posto sulla traversa di via Galliano, angolo via Simonetti, in prossimità del punto di consegna esistente presso la cabina di trasformazione MT/BT e del relativo quadro di distribuzione.

La potenza disponibile presso la fornitura esistente è pari a 20 kW: da misure amperometriche effettuate è emerso che circa l'85% del totale è effettivamente impegnato a pieno carico.

A valle dell'apparato di misura sarà derivata in parallelo una linea 4x(1x6) mmq su cavo FG7(O)R in ingresso al quadro di nostro interesse, dal quale origineranno le due linee di distribuzione principali.

La prima linea alimenterà gli apparati di via Cialdini e sarà distribuita su cavo FG7(O)R 4x6 mmq per la distribuzione principale, su cavo FG7(O)R 2x4 mmq per l'alimentazione delle morsettiere

poste alla base dei corpi illuminanti. La distribuzione principale si svilupperà entro il cavidotto interrato del diametro di 63 mm preesistente fino al pozzetto ubicato nei pressi dell'incrocio tra via Cialdini e via Simonetti.

Da qui saranno derivate le linee che serviranno i lati est ed ovest della strada. Per il dettaglio dei cavidotti e dei pozzetti si rimanda al progetto di riqualificazione delle opere civili.

La seconda linea alimenterà gli apparati di via Gentili e sarà distribuita su cavo FG7(O)R 4x6 mmq per la distribuzione principale, e su cavo FG7(O)R 2x4 mmq per l'alimentazione delle morsettiere poste alla base dei corpi illuminanti. La distribuzione principale si svilupperà entro il cavidotto interrato del diametro di 63 mm esistente ed entro il pozzetto ubicato nei pressi dell'incrocio tra via Gentili e via Simonetti.

Da qui saranno derivate le linee che serviranno i lati est ed ovest della strada. Per il dettaglio dei cavidotti e dei pozzetti si rimanda pure al progetto di riqualificazione delle opere civili ed alle planimetrie allegate.

I particolari costruttivi delle connessioni dal pozzetto al palo di pubblica illuminazione sono evidenziati nelle tavole planimetriche allegate, le quali recano altresì lo sviluppo delle linee di distribuzione principali e secondarie.

Protezione contro sovraccarico e corto circuito

I conduttori sono protetti dal corto circuito da un interruttore magnetotermico in grado di sopportare la corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione, e dal sovraccarico con lo stesso apparato dimensionato in modo tale che risultino:

- $I_B \quad I_n \quad I_Z$
- $I_f \quad 1,45 \quad I_Z$

laddove:

I_B = corrente d'impiego

I_n = portata della conduttura a temperatura di regime

I_Z = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente di sicuro intervento del dispositivo di protezione

Nei quadri sarà installata una protezione magnetotermica, accoppiata a dispositivo differenziale (vedasi oltre) da 16 A, I_{cc} pari a 10 kA, curva C. Il dispositivo differenziale, integrato preferibilmente in un unico apparato con il precedente, sarà del tipo istantaneo, recante corrente differenziale nominale pari a 0,3 A in classe AC.

Protezione contro i contatti diretti

Le parti attive devono essere poste entro involucri tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB.

Non sono ammessi conduttori a vista: essi dovranno essere posati entro canalizzazioni in pvc (per una maggiore protezione) e cavi in doppio isolamento del tipo FG7(O)R.

Tutte le connessioni dovranno essere realizzate solo all'interno di scatole di derivazione con grado di protezione adeguato almeno IP55 e dovranno essere effettuate con impiego di morsetti compatibili con il doppio isolamento.

La norma CEI 64-8/7 raccomanda di proteggere gli impianti di illuminazione situati all'esterno mediante dispositivi di protezione a corrente differenziale aventi corrente nominale differenziale non superiore a 30 mA: il progetto prevede all'uopo l'installazione di un interruttore differenziale generale caratterizzato da corrente nominale differenziale pari a 30 mA e da caratteristica AC in ogni quadro.

Tali dispositivi forniscono nel nostro caso una protezione addizionale e tempestiva contro i contatti diretti.

Protezione contro i contatti indiretti

Nel sistema di distribuzione TN le correnti di guasto verso massa risultano essere elevate (dello stesso ordine di grandezza di quelle del cortocircuito) a causa del basso valore dell'impedenza dell'anello di guasto, non chiuso sulla terra.

Ne consegue che la protezione contro i contatti indiretti può essere assicurata da interruttori magnetotermici, purchè l'intervento sia tempestivo entro i tempi definiti dalla norma (0,2 secondi se $V=400$ V).

L'interruttore differenziale non potrebbe essere utilizzato nei sistemi TN-C, in quanto le funzioni di neutro e di protezione vengono assolve da un unico conduttore PEN che impedisce il funzionamento del dispositivo: la protezione differenziale consiste infatti nel rilevare la corrente di guasto a terra mediante un trasformatore toroidale che abbraccia tutti i conduttori attivi compreso il neutro, se distribuito.

Tuttavia la presenza dell'interruttore differenziale, necessaria per la protezione supplementare dei contatti diretti, può essere utile, con probabilità di intervento comunque bassa data la rarità dei casi, anche per la protezione da contatti indiretti con franco non a terra (anello di guasto non chiuso sul conduttore di neutro) ed in caso di principi di incendio dovuti a deterioramento del doppio livello di isolamento.

Le opere qui sopra descritte, così come le varianti in corso d'opera, dovranno essere realizzate secondo la regola dell'arte e nel rispetto delle norme CEI.

Precauzioni nell'impiego di componenti di classe II

Nell'installazione dei cavi di alimentazione dei corpi illuminanti si deve fare particolare attenzione all'ingresso nel palo, onde evitare danneggiamenti o abrasioni dell'isolamento:

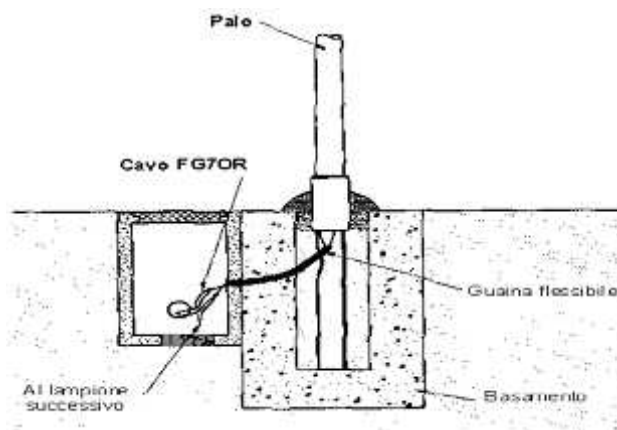


Figura 3 – Esempio di pozzetto con installazione in classe II

La morsettiera alla base del palo deve essere anch'essa di classe II, così come ogni altro componente conduttore.

Con l'impiego di materiale in classe II non è da realizzare la messa a terra: risulta infatti 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.

Apparati di illuminazione

Saranno utilizzati apparati di illuminazione di tipo stradale conformi alla Legge Regionale 10/02 (Regione Marche) "Misure urgenti in materia di risparmio energetico e contenimento dell'inquinamento luminoso" ed idonei sia all'installazione in ambienti esterni (grado di protezione contro acqua e polvere almeno IP67, grado di protezione contro gli urti meccanici almeno IK08) che in sistemi elettrici di distribuzione in doppio isolamento.

E' stata verificata l'ottemperanza in particolare a quanto riportato al comma 1 dell'Allegato B della suddetta Legge, ovvero sono stati assunti quali dati di progettazione esecutiva 0 cd/klm a 90° ed oltre ed il rispetto dei livelli minimi di luminanza media prescritti dalle norme vigenti, oltre a quanto riportato al comma 8, ovvero gli apparati di illuminazione devono essere completi di dispositivi atti a ridurre i consumi energetici del 30% entro la mezzanotte e di corpi illuminanti dotati di rapporto lm/W almeno pari a 90.

I dispositivi per la riduzione dei consumi entro la mezzanotte saranno presenti a bordo palo, in esso integrati e faranno parte della dotazione della fornitura dei pali medesimi.

Il corpi illuminanti, a tecnologia led del tipo *warm white* (3000K), avranno rapporto lm/W superiore a 90.

Pali e corpi illuminanti

Nel seguito saranno descritte, per ogni area di interesse, le caratteristiche tecniche ed i particolari rilevanti dei pali e dei corpi illuminanti in essi ospitati.

Per un maggior dettaglio si rimanda alle allegate relazioni di calcolo illuminotecnico.

Piazza Matteotti

Nell'area di piazza Matteotti saranno installati n.8 pali in acciaio zincato verniciato conformi alla norma UNI EN 40, di forma cilindrica del diametro di 160 mm, con altezza complessiva di 9 m ed altezza fuori terra di circa 8 m. Sono dotati di asola completa di portella, con serratura, al cui interno è ospitata la morsettiera in classe II.

Il palo è completato da un braccio della lunghezza di 1,45 m in lamiera d'acciaio posto sulla sommità, orientato verso l'interno della piazza, parallelamente al lato corto, e da un braccio intermedio posto a 4 m da terra orientato in senso opposto. L'ancoraggio dei bracci viene realizzato mediante le predisposizioni sul palo, viti in acciaio inox e, nel caso del braccio intermedio, da apposita staffa "a U" anch'essa zincata e verniciata.

Il corpo illuminante posto sulla sommità del palo avrà le seguenti caratteristiche: sarà a led, della potenza di 32 W, rapporto lm/W pari a 99,5 al netto delle perdite (potenza nominale pari a 38,3 W), flusso luminoso di 3810 lumen, temperatura del colore 3000K, indice di resa cromatica 2A/70.

L'ottica sarà stradale del tipo ST 1.2 e sarà in classe G4: per rispettare la L.R. 10/2002 sarà installata con angolo di inclinazione (tilt) pari a zero.

La figure seguenti ne mostrano la fotometria:

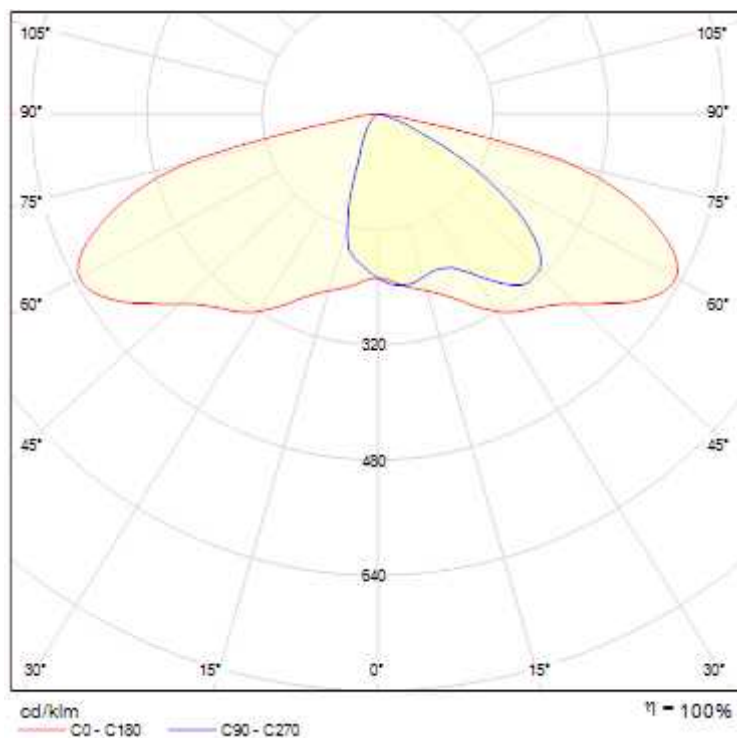


Figura 4 – Fotometria sorgente luminosa sul braccio principale – diagramma polare

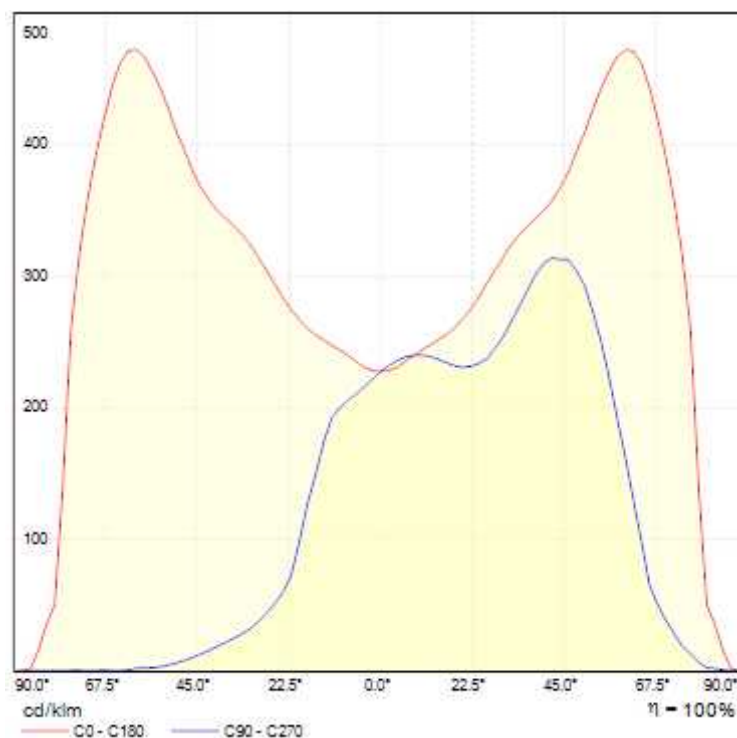


Figura 5 – Fotometria sorgente luminosa sul braccio principale – diagramma cartesiano

Il corpo illuminante posto sul braccio intermedio avrà le seguenti caratteristiche: sarà a led, della potenza di 25 W, rapporto lm/W pari a 98,3 al netto delle perdite (potenza nominale pari a 30 W), flusso luminoso di 2950 lumen, temperatura del colore 3000K, indice di resa cromatica 2A/70.

L'ottica sarà stradale del tipo ST 1.0 e sarà in classe G4: per rispettare la L.R. 10/2002 sarà

installata con angolo di inclinazione (tilt) pari a zero.

La figure seguenti ne mostrano la fotometria:

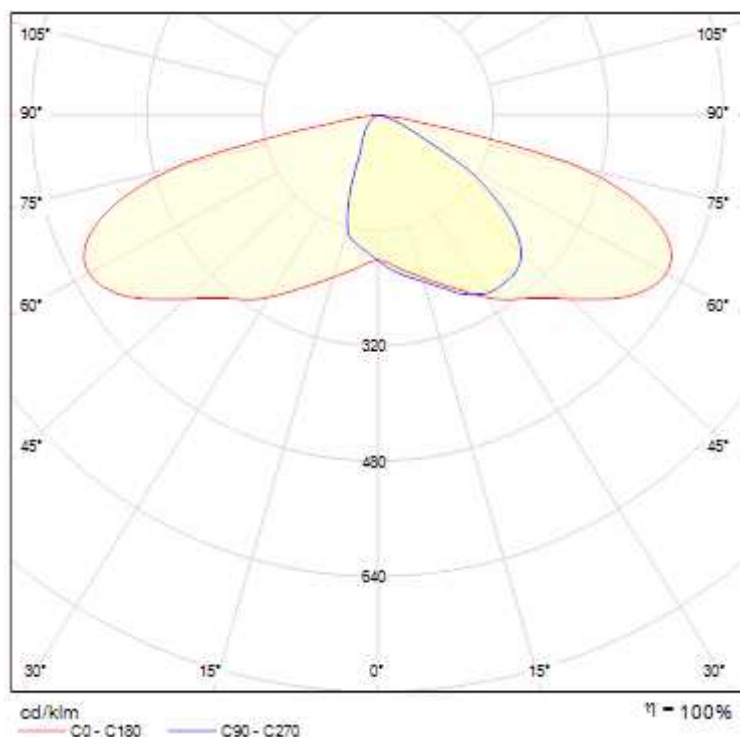


Figura 6 – Fotometria sorgente luminosa sul braccio intermedio – diagramma polare

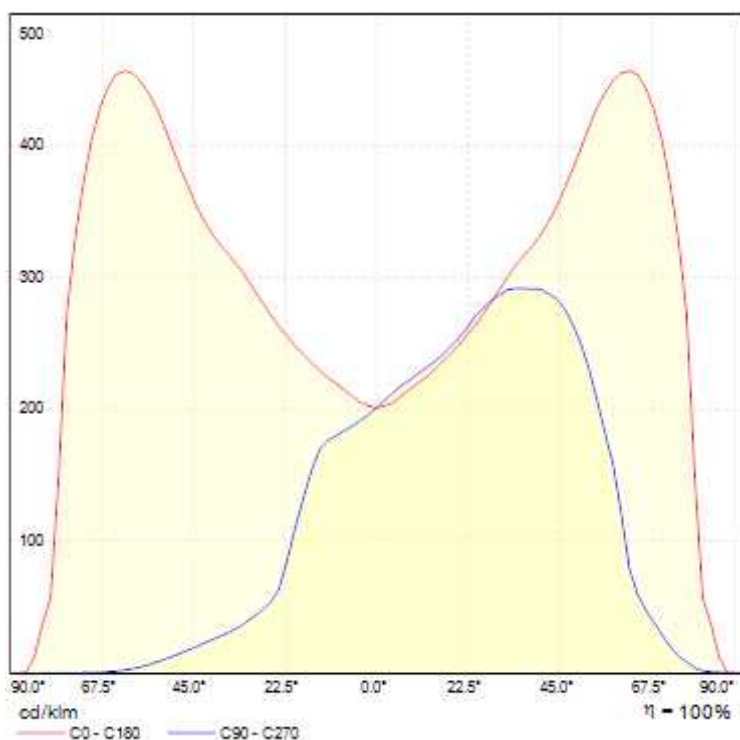


Figura 7 – Fotometria sorgente luminosa sul braccio intermedio – diagramma cartesiano

Via Cavallotti

Nell'area di via Cavallotti saranno installati n.3 pali in acciaio zincato verniciato conformi alla

norma UNI EN 40, di forma cilindrica del diametro di 160 mm, con altezza complessiva di 9 m ed altezza fuori terra di circa 8 m. Sono dotati di asola completa di portella, con serratura, al cui interno è ospitata la morsettiera in classe II.

Ogni palo è completato da un braccio della lunghezza di 1,45 m in lamiera d'acciaio posto sulla sommità, orientato verso l'interno della via.

L'ancoraggio del braccio viene realizzato mediante le predisposizioni sul palo e viti in acciaio inox.

Il corpo illuminante avrà le seguenti caratteristiche: sarà a led, della potenza di 51 W, rapporto lm/W pari a 101,5 al netto delle perdite (potenza nominale pari a 59,5 W), flusso luminoso di 6040 lumen, temperatura del colore 3000K, indice di resa cromatica 2A/70.

L'ottica sarà stradale del tipo ST 1.2 e sarà in classe G4: per rispettare la L.R. 10/2002 sarà installata con angolo di inclinazione (tilt) pari a zero.

La figure seguenti ne mostrano la fotometria:

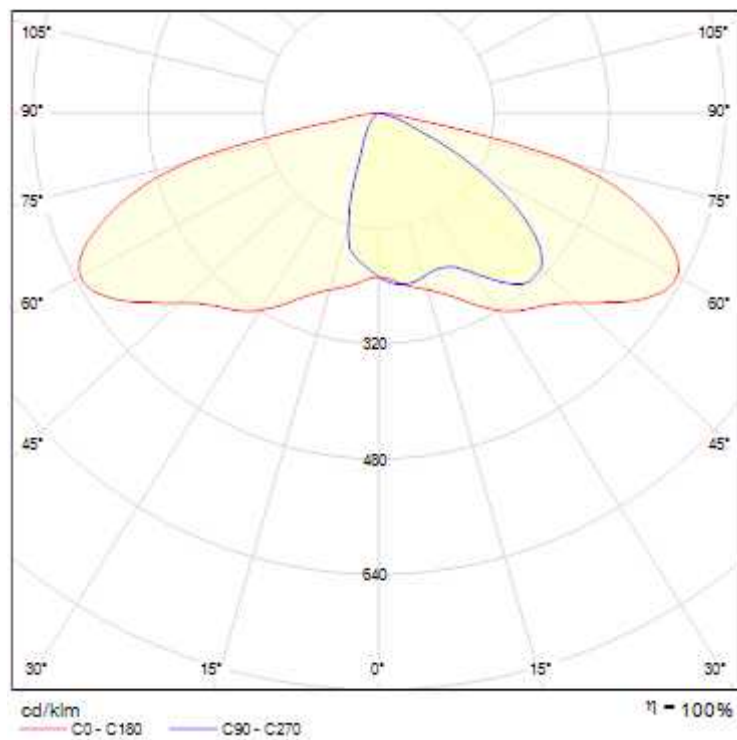


Figura 8 – Fotometria sorgente luminosa – diagramma polare

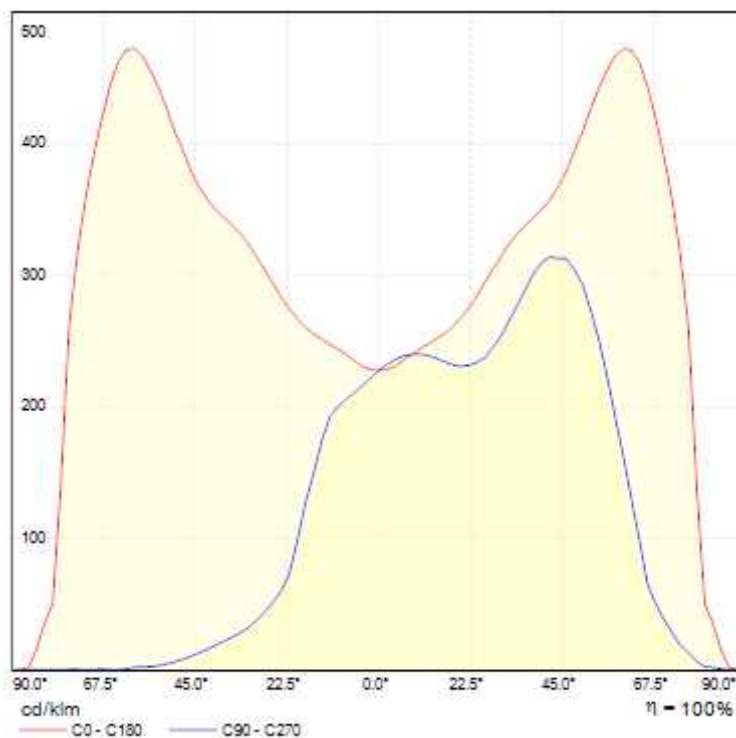


Figura 9 – Fotometria sorgente luminosa – diagramma cartesiano

Via Cialdini

Nell'area di via Cialdini l'impianto sarà composto da differenti modelli di corpi illuminanti in quanto è possibile individuare tre zone omogenee in direzione est-ovest: la prima comprende i tratti dall'intersezione con via Cavallotti fino a quella con via Simonetti, la seconda i tratti seguenti fino all'intersezione con via Properzi e da via Panfilì fino a via Bruno, la terza il tratto compreso tra via Properzi e via Panfilì (zona retro del mercato generale).

Nel primo tratto saranno installati n.12 pali in acciaio zincato verniciato conformi alla norma UNI EN 40, di forma conica del diametro iniziale di 106 mm, finale di 60 mm, con altezza complessiva di 4,6 m ed altezza fuori terra di circa 4 m. Sono dotati di asola completa di portella, con serratura, al cui interno è ospitata la morsettiera in classe II.

Ciascun corpo illuminante avrà le seguenti caratteristiche: sarà a led, della potenza di 33 W, rapporto lm/W pari a 98,7 al netto delle perdite (potenza nominale pari a 38,7 W), flusso luminoso pari a 3820 lumen, temperatura del colore 3000K, indice di resa cromatica pari a 2A/70.

L'ottica sarà stradale del tipo ST 1.2 e sarà in classe G4: per rispettare la L.R. 10/2002 sarà installata con angolo di inclinazione (tilt) pari a zero.

La figure seguenti ne mostrano la fotometria:

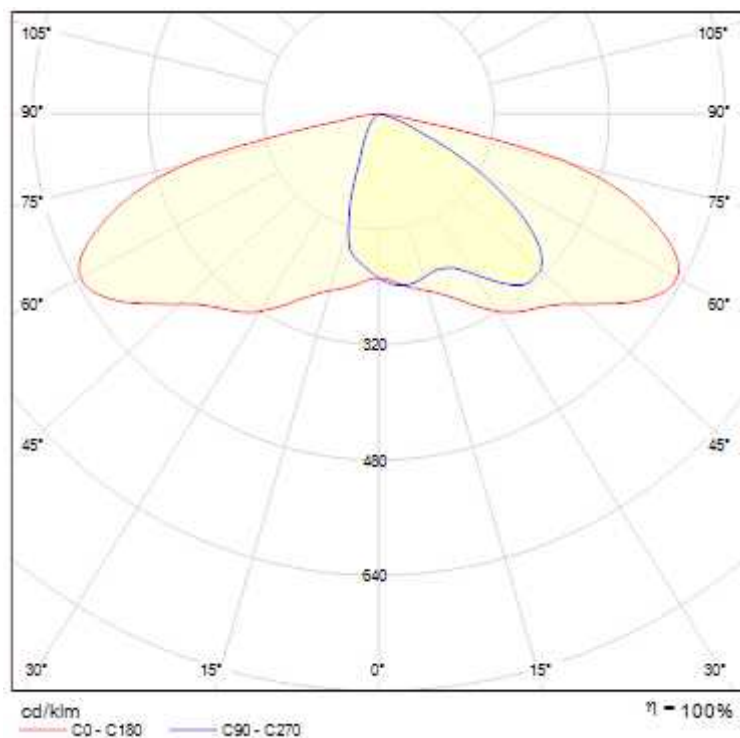


Figura 10 – Fotometria sorgente luminosa – diagramma polare

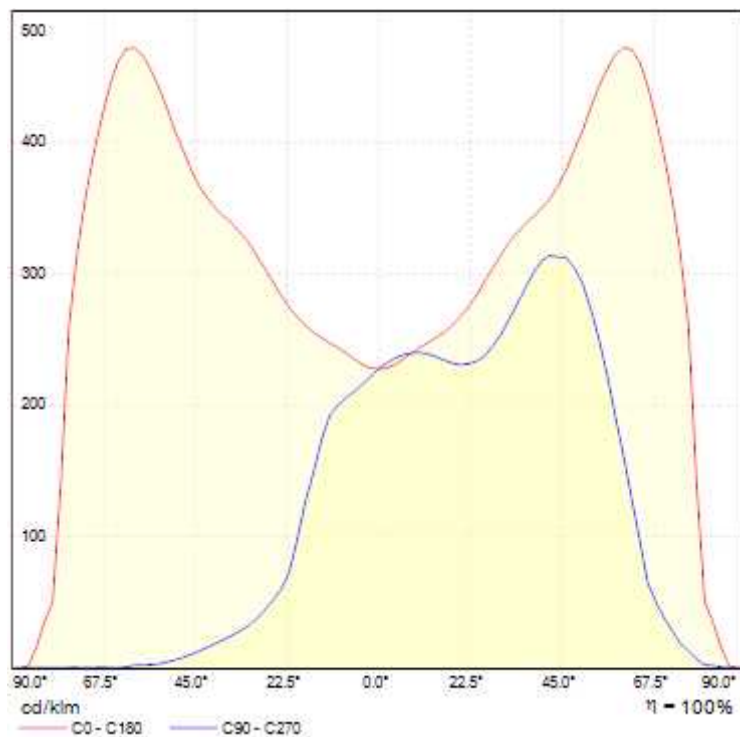


Figura 11 – Fotometria sorgente luminosa – diagramma cartesiano

Nel secondo tratto saranno installati n.5 pali in acciaio zincato verniciato conformi alla norma UNI EN 40, di forma conica del diametro iniziale di 106 mm, finale di 60 mm, con altezza complessiva di 4,6 m ed altezza fuori terra di circa 4 m. Sono dotati di asola completa di portella, con serratura, al cui interno è ospitata la morsettieria in classe II.

Ciascun corpo illuminante avrà le seguenti caratteristiche: sarà a led, della potenza di 25 W,

rapporto lm/W pari a 91,1 al netto delle perdite (potenza nominale pari a 30,2 W), flusso luminoso pari a 2750 lumen, temperatura del colore 3000K, indice di resa cromatica pari a 2A/70. L'ottica sarà stradale del tipo ST 0,8C ed in classe G6 (cut-off).

In zona non sono risultate evidenze di servitù a favore del Comune per l'apposizione di applique sulle pareti esterne degli edifici ivi insistenti. Qualora fosse realizzabile, la soluzione con applique posizionate alle medesime quote e ospitanti corpi illuminanti identici sarebbe preferibile.

La figure seguenti mostrano la fotometria:

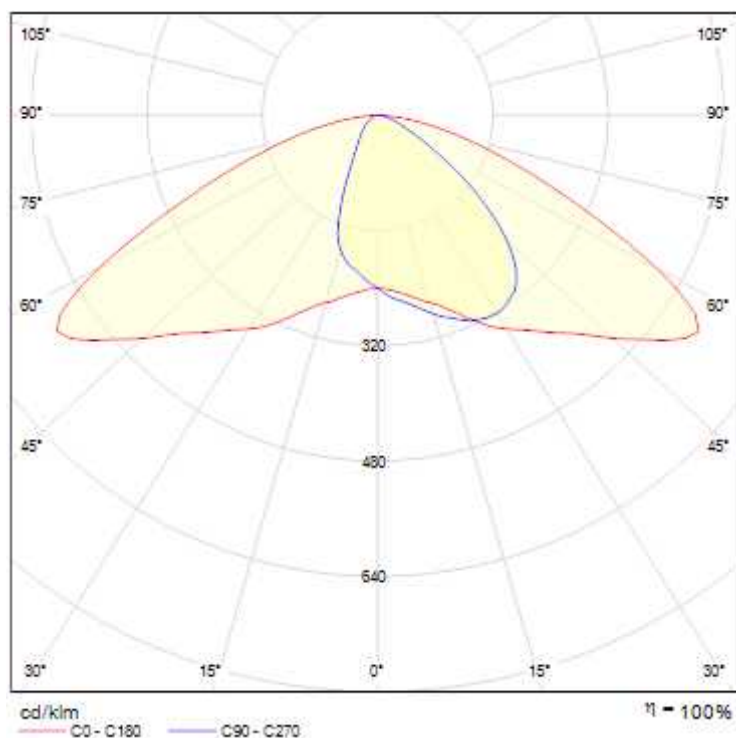


Figura 12 – Fotometria sorgente luminosa – diagramma polare

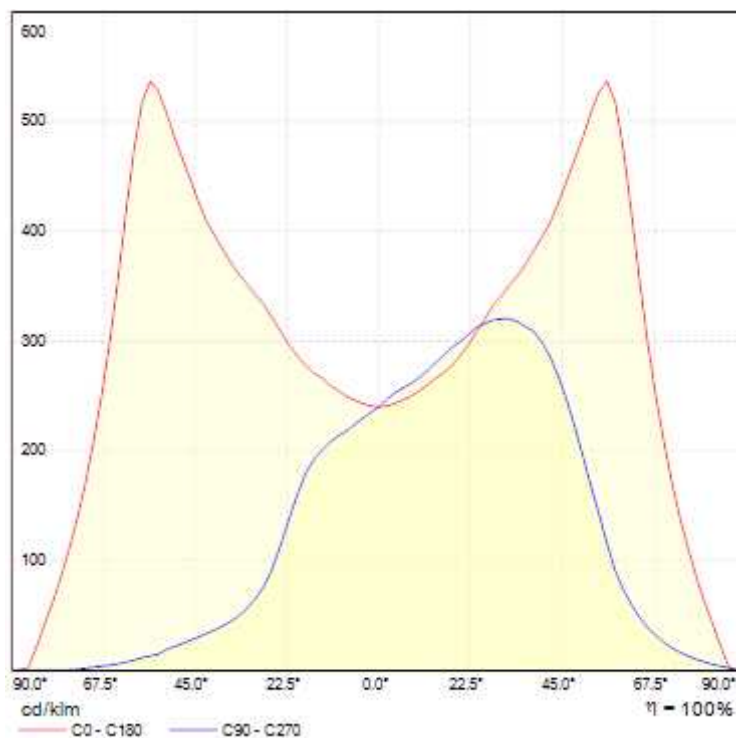


Figura 13 – Fotometria sorgente luminosa – diagramma cartesiano

Nel terzo ed ultimo tratto, zona non di studio illuminotecnico in quanto afferente strade e piazza aperte al traffico veicolare, si prevede l'installazione di n.1 palo in acciaio zincato verniciato conforme alla norma UNI EN 40, di forma conica del diametro iniziale di 106 mm, finale di 60 mm, con altezza complessiva di 4,6 m ed altezza fuori terra di circa 4 m, dotato di asola completa di portella, con serratura, al cui interno è ospitata la morsettiera in classe II.

Il corpo illuminante avrà le seguenti caratteristiche: sarà a led, della potenza di 25 W, rapporto lm/W pari a 91,1 al netto delle perdite (potenza nominale pari a 30,2 W), flusso luminoso pari a 2750 lumen, temperatura del colore 3000K, indice di resa cromatica pari a 2A/70. L'ottica sarà stradale del tipo ST 0,8C ed in classe G6 (cut-off).

La figure n.12 e n.13 ne mostrano la fotometria.

La completa disposizione dei pali è riportata nell'allegato planimetrico.

Via Gentili

Nell'area di via Gentili saranno installati n.24 pali in acciaio zincato verniciato di forma conica del diametro iniziale di 106 mm, finale di 60 mm, con altezza complessiva di 4,6 m ed altezza fuori terra di circa 4 m, dotato di asola completa di portella, con serratura, al cui interno è ospitata la morsettiera in classe II.

Il corpo illuminante avrà le seguenti caratteristiche: sarà a led, della potenza di 25 W, rapporto lm/W pari a 91,1 al netto delle perdite (potenza nominale pari a 30,2 W), flusso luminoso pari a 2750 lumen, temperatura del colore 3000K, indice di resa cromatica pari a 2A/70. L'ottica sarà stradale del tipo ST 0,8C ed in classe G6 (cut-off).

La disposizione dei pali sarà alternata su due file poste ai lati della carreggiata nelle posizioni indicate nell'allegata planimetria.

La figure n.12 e n.13 ne mostrano la fotometria.

Categorie illuminotecniche ed analisi dei rischi

Lo studio illuminotecnico concerne sostanzialmente due tipi di aree oggetto di intervento: quelle esclusivamente pedonali (piazza Matteotti, via Cavallotti nel tratto sopra meglio specificato, via Cialdini) e quelle destinate al traffico veicolare (via Verdi e via Gentili).

La norma UNI 11248, oltre a specificare la procedura da seguire, individua in forma tabellare le categorie illuminotecniche “standard” di ingresso alla successiva applicazione dei parametri di influenza stabiliti dal progettista (“analisi dei rischi”).

Nelle valutazioni che seguiranno saranno considerate le seguenti prescrizioni:

- luminanza media non superiore ai livelli minimi consigliati dalle norme di sicurezza (L.R. n. 10/2002, allegato B);
- i valori iniziali misurabili di progetto di un impianto nuovo devono essere più elevati, fino al 50%, di quelli tabellari per tener conto del deperimento temporale delle lampade, delle tolleranze di fabbricazione ed installazione degli apparecchi, dell'incertezza dei valori del coefficiente di luminanza ridotto della pavimentazione stradale, dell'incertezza delle misurazioni (norma UNI 11248);
- nei casi più complessi, quali svincoli tra strade con notevole flusso di traffico o situazioni conflittuali potenzialmente pericolose, il progettista ha facoltà di valutare parametri di influenza non tabellari (norma UNI 11248);
- impianti con caratteristiche di variabilità dell'intensità luminosa assicurano condizioni di risparmio energetico (norma UNI 11248).

I numerosi sopralluoghi effettuati hanno consentito al progettista di individuare eventi e situazioni potenzialmente pericolosi, che costituiscono parametri di influenza in sede di analisi dei rischi e che nel seguito sono esposti:

- 1) piazza Matteotti diverrà pedonale, ma sarà intersecata nel mezzo (all'incirca) da una strada potenzialmente molto trafficata priva di attraversamenti pedonali se non ai lati della piazza medesima. Tale situazione è di potenziale pericolo anche per gli utenti motorizzati che transitano su via Verdi;
- 2) piazza Matteotti sarà pure attraversata da bus in transito proprio nei pressi dell'ingresso principale della stazione ferroviaria, molto frequentata anche e soprattutto nel periodo turistico;
- 3) piazza Matteotti ospita manifestazioni serali di carattere turistico e culturale, per le quali va garantito il rispetto della sicurezza del pubblico anche durante l'afflusso ed il deflusso;
- 4) via Gentili presenta numerose intersezioni ad angolo retto con strade potenzialmente molto trafficate;
- 5) via Gentili, nei pressi dell'ingresso principale del mercato generale e di altre attività commerciali, può presentare criticità sia per i numerosi pedoni che per gli utenti

motorizzati, in particolar modo nel periodo invernale;

- 6) via Cialdini, come mostrato nei disegni planimetrici allegati, presenta tratti con evidenti restringimenti, potenzialmente pericolosi sia per i pedoni che per gli utenti di veicoli non motorizzati (biciclette, ...).

Le categorie illuminotecniche tabellari di ingresso all'analisi dei rischi per le varie aree di interesse, considerate in generale zone di studio, sono:

- piazza Matteotti: S2 (rif. norma UNI 13201 e "Linee guida operative per la realizzazione di impianti di pubblica illuminazione" di RSE - Ricerca Sistema Energetico);
- via Verdi: ME3b;
- via Gentili: ME3b;
- via Cavallotti: S2;
- via Cialdini: S2.

Esaminiamo le diverse zone di studio più nel dettaglio:

Piazza Matteotti

L'occorrenza del nuovo impianto e le criticità sopra evidenziate fanno propendere il progettista per innalzare di due categorie illuminotecniche il dato iniziale.

Posto che l'equivalente della categoria S1 è la categoria CE3 e che quella superiore è la CE2, sarà considerata quest'ultima quale categoria di progetto.

Via Verdi

I rischi sopra esposti, congiuntamente alla realizzazione del nuovo impianto farebbero optare per due categorie superiori, ma sono pure da considerare l'assenza di svincoli a raso e la normale complessità del campo visivo, per cui la categoria di progetto coincide con quella di ingresso all'analisi.

Via Gentili

Le zone di studio, ricavate dalla norma UNI 13201 e meglio evidenziate nell'allegata relazione di calcolo, sono diverse a seconda dei tratti considerati della via. Iniziando il percorso in direzione ovest dall'innesto con via Verdi, e fino all'incrocio con via Salvadori, si possono ipotizzare una normale complessità del campo visivo ed un'incidenza del traffico stimabile (stima risultato dei sopralluoghi effettuati) del 25% inferiore rispetto a quello insistente sui tratti seguenti, a causa del traffico che successivamente va a innestarsi, con svincoli a raso ad angolo retto, per percorrere il senso unico della strada in direzione via Bruno. La categoria di progetto in questo primo tratto è la ME3c, con valori riferiti all'impianto nuovo. Progressivamente, e fino all'intersezione con via Cairoli, aumenta il flusso veicolare persistendo le restanti caratteristiche, pertanto si ripristina la categoria di progetto ME3b. Infine, il tratto compreso tra via Tombolini e via Panfili, nei pressi del mercato coperto, presenta un considerevole aumento del numero dei pedoni con conseguente potenziale innalzamento del rischio: la categoria di progetto qui è la

ME3a. Poco significativi ai fini delle valutazioni dei calcoli illuminotecnici paiono il tratto pedonale della via, nei pressi di via Cavallotti, dalla quale riceve luce, ed il tratto nei pressi dello svincolo con via Bruno, dalla quale pure si riceve luce, quest'ultimo orientato con angolo leggermente diverso dalla restante parte della via (ciò spiega il basso valore di uniformità longitudinale della luminanza ivi riscontrato dall'osservatore). E' bene sottolineare che nelle tre diverse tipologie di zone esaminate è stata considerato il medesimo valore minimo sia della luminanza media che di quella *overall*: il parametro che viene ottimizzato è pertanto la sopra citata uniformità longitudinale.

I marciapiedi sono stati considerati zone di studio a se stanti, per le quali è stata calcolata una categoria illuminotecnica inferiore, per l'illuminamento medio, rispetto la strada: i valori ricavati sono tipici della categoria CE4.

I numerosi incroci e gli attigui attraversamenti pedonali costituiscono anch'essi zone di studio separate: per questi la categoria di progetto è la superiore CE2. I valori calcolati non considerano lo stato di fatto nelle vie intersecanti via Gentili, poichè i relativi corpi illuminanti sono previsti sostituiti. I valori risultanti paiono comunque suffragare l'ipotesi migliorativa prima esposta, in quanto le previste nuove sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione (SAP), con le caratteristiche già esposte anche del corpo illuminante e confermate nei posizionamenti attuali, forniranno i residui lux, laddove necessari, per il rispetto delle norme.

Sarà comunque necessaria una verifica strumentale per confermare la validità dell'ipotesi migliorativa.

Via Cavallotti (e parte di via Crispi)

Valgono le considerazioni effettuate per l'analisi di piazza Matteotti, a meno della criticità dell'attraversamento della via a traffico veicolare motorizzato: la categoria di progetto è la S1.

Via Cialdini

Nelle zone di studio si adotta la categoria CE2, per la presenza di numerosi pedoni nei pressi di intersezioni stradali a raso ad angolo retto e per la sicurezza degli stessi nelle zone che presentano strettoie.

Il fattore TI di abbagliamento debilitante è stato verificato essere nei limiti della categoria illuminotecnica di riferimento per ogni zona adibita a traffico veicolare, così come il *surrounding ratio* SR. Nel caso di piazza Matteotti sono state considerate ai fini dei calcoli le previste essenze arboree posizionate nei pressi dei pali della pubblica illuminazione e dell'altezza di 7 m. Data la variabilità temporale delle dimensioni delle suddette essenze, che nei *rendering* nascondono alla vista il corpo illuminante posizionato sul braccio intermedio, i dati sopra citati devono considerarsi esclusivamente medi per i soli fini computazionali.

Le considerazioni qui sopra riportate fanno riferimento alla categoria di esercizio "standard": è prevista una seconda categoria di esercizio, che si ottiene allorquando il flusso luminoso viene ridotto di almeno il 30% entro la mezzanotte, giusta la L.R. 10/2002: tutti i corpi illuminanti di progetto devono riconoscere automaticamente la mezzanotte e ridurre di conseguenza il proprio

flusso luminoso.

Piano di manutenzione

La manutenzione regolare secondo gli intervalli di seguito indicati è fondamentale per conservare l'efficienza degli impianti, ovvero per limitare quanto più possibile nel tempo la diminuzione della luce emessa. Qui si anticipano taluni aspetti più in dettaglio riportati nell'allegato "piano di manutenzione".

Il fattore di manutenzione è il rapporto tra l'intensità luminosa emessa in un determinato istante e quella iniziale: è possibile mantenerne livelli sufficientemente elevati in funzione della frequenza delle attività manutentive, le quali sono nel seguito schedate per garantire la più lunga vita dell'impianto ed il conseguente migliore soddisfacimento delle condizioni progettuali.

Piazza Matteotti ed adiacenze

E' stato considerato un fattore di manutenzione pari a 0,8, corrispondente all'incirca ad una manutenzione effettuata semestralmente. Il piano di manutenzione prevede, per la tipologia di lampade chiuse IP2X del tipo fluorescenti al trifosforo (catalogazione CIE), i seguenti fattori di manutenzione parziali:

- lampade: 0,88;
- flusso sorgenti luminose: 0,93;
- fattore sopravvivenza sorgenti luminose: 1;
- sostituzione immediata delle sorgenti luminose guaste.

Via Cialdin, via Gentili

Considerata la minor rilevanza urbanistica rispetto a piazza Matteotti, è stato considerato un fattore di manutenzione minore, pari a 0,57, corrispondente all'incirca ad una manutenzione effettuata ogni tre anni (valida anche per le sorgenti luminose della zona centro). Il piano di manutenzione prevede, per la tipologia di lampade chiuse IP2X del tipo fluorescenti al trifosforo (catalogazione CIE), i seguenti fattori di manutenzione parziali:

- lampade: 0,88;
- flusso sorgenti luminose: 0,93;
- fattore sopravvivenza sorgenti luminose: 1;
- sostituzione immediata delle sorgenti luminose guaste.

In tutti i casi vanno almeno verificati a vista palo e corpo illuminante, ne va pulito il vetro e se necessario bisogna procedere alla sostituzione della sorgente luminosa guasta o che presenti ridotta efficienza.

ORDINE DEGLI INGEGNERI - TERAMO
1034 CASALENA dott. FRANCESCO
INGEGNERE