

RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA



COMUNE DI POGLIANO MILANESE PROVINCIA DI MILANO

PROGETTO ESECUTIVO Relazione Tecnica



Committente / Promotore

GLOBAL POWER SERVICE S.p.a.

Progettista:

EZA S.r.l. - Ing. Vinco Mauro

Revisione:

01

data:

11/12/2017

Il presente fascicolo contiene:

- 1.0.0 Generalità
- 2.0.0 Scopo delle opere
- 3.0.0 Tipologie di intervento
- 4.0.0 Criteri di riqualificazione
 - 4.1.0 *Modalità di intervento*
 - 4.2.0 *Caratteristiche degli apparecchi di illuminazione*
 - 4.2.1 *Consistenza delle sostituzioni degli apparecchi di illuminazione*
 - 4.2.2 *Intervento di sostituzione corpi illuminanti*
 - 4.2.3 *Intervento sui corpi illuminanti conformi alla Legge Regionale*
 - 4.2.4 *Intervento sui proiettori adibiti ad illuminazione pubblica*
 - 4.3.0 *Interventi di adeguamento quadri elettrici*
 - 4.4.0 *Cavi e cavidotti*
 - 4.5.0 *Pali*
 - 4.6.0 *Soluzioni per il risparmio energetico*
 - 4.6.1 *Parzializzatori di flusso stand-alone*
- 5.0.0 Piano di completamento del parco di pubblica illuminazione
- 6.0.0 Bilancio energetico a seguito degli interventi di riqualificazione
- 7.0.0 Gestione delle attività di manutenzione
 - 7.1.0 *Analisi delle attività manutentive di progetto*
- 8.0.0 Analisi dei costi delle forniture e delle lavorazioni di adeguamento dell'impianto di illuminazione pubblica
 - 8.1.0 *Valorizzazione delle attività di cantiere*
- 9.0.0 Conclusioni

Documenti allegati:

01	082-15-E-RP01	Relazione Tecnica
02	082-15-E-CT01	Capitolato Tecnico
03	082-15-E-DP01	Distinta Punti Luce
04	082-15-E-CM01	Computo Metrico
05	082-15-E-EV01	Elenco Prezzi
06	082-15-E-TO01	Tabella orari accensione e spegnimento
07	082-15-E-CI01	Calcoli Illuminotecnici
08	082-15-E-SC01	Quadri Elettrici - Stato di fatto
09	082-15-E-SC02	Quadri Elettrici - Interventi di adeguamento
10	082-15-E-VS01	Verifica sostenibilità
11	082-15-E-CP01	Cronoprogramma
12	082-15-E-PM01	Piano di Manutenzione
13	082-15-E-PL01	Tavole grafiche

1.0.0 Generalità

Il presente progetto si propone quale strumento per il contenimento dei consumi energetici, così come previsto dall'obiettivo comunitario definito con l'acronimo "20-20-20" e dal protocollo di Kyoto, per la riduzione delle emissioni dei gas in atmosfera causa dell'effetto serra sul pianeta ed allo stesso tempo a livello regionale, il progetto risponde ad una esigenza specifica di riassetto illuminotecnico degli impianti di illuminazione pubblica presenti sul territorio del comune di Pogliano Milanese, in provincia di Milano, con lo scopo di limitarne le eccedenze e di minimizzare l'inquinamento luminoso verso l'alto in osservanza a quanto previsto dalla Legge Regionale in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

2.0.0 Scopo delle opere

L'intervento costituisce uno degli obiettivi individuati dal Piano della Luce, redatto sulla base della classificazione per l'intera viabilità comunale.

Il piano di riqualificazione attraverso i nuovi lavori si propone di:

- adeguare le sorgenti luminose alla Legge Regionale per tipologia di sorgenti luminose e per criterio costruttivo delle sorgenti;
- costituire un riferimento oggettivo di soluzioni illuminotecniche per la futura illuminazione individuando le soluzioni attuabili per criterio di servizio, per tipologie di sorgenti luminose e per aree di applicazione;
- ammodernare, attraverso gli interventi di riqualificazione, e/o di sostituzione integrale degli impianti di illuminazione pubblica esistenti, l'aspetto dei diversi contesti urbani presenti all'interno del territorio comunale;
- separare, ove possibile e dove l'intervento sia dal punto di vista dell'investimento vantaggioso, gli impianti di pubblica illuminazione attualmente connessi direttamente alle linee elettriche di distribuzione.
- realizzare un risparmio energetico a fronte di una migliore prestazione in termini di continuità di esercizio;
- migliorare ai fini delle attività manutentive gli impianti sotto il profilo tecnico in termini di caduta di tensione e di dotazione di sicurezza.

Un'illuminazione discreta, concorre a valorizzare il patrimonio comunale del sistema viario ed edilizio urbano, consentendo una maggiore fruibilità del territorio, senza alterazioni o limitazioni alla percezione dell'ambiente notturno.

3.0.0 Tipologie di intervento

Il progetto considera:

- i punti luce esistenti distribuiti lungo la viabilità e le piazze del territorio comunale;
- i quadri elettrici di comando presenti in corrispondenza dei punti di fornitura denominati “POD”;
- i quadri elettrici di comando riscattati dall’ente dalla società che aveva in gestione parte del patrimonio di illuminazione pubblica;
- l’integrazione dell’illuminazione pubblica in alcune posizioni segnalate dall’ente appaltante.
- l’incidenza economica dell’intervento in relazione al rapporto costo/beneficio per l’amministrazione dell’intervento stesso attuando:
 - una revisione e messa a norma degli impianti elettrici, attraverso la sostituzione di apparecchi di protezione in dotazione ai quadri elettrici di manifesta obsolescenza o che presentano limiti prestazionali in termini di portata e di coordinamento con le sezioni di linea;
 - la sostituzione degli apparecchi d’illuminazione in modo da introdurre lampade ad elevata efficienza luminosa in sostituzione di vecchie tecnologie;
 - installazione di soluzioni in grado di attuare forme di risparmio energetico in modo distribuito sui singoli apparecchi illuminanti o centralizzato a livello di quadro di comando per apparecchi che non sono dotati di alimentatori elettronici;
 - scelte di materiali, di componentistica e di soluzioni di eventuale telecontrollo che concorrono a ridurre il numero di interventi di manutenzione periodica sull’intero patrimonio di dotazioni che compongono il sistema di illuminazione del comune in modo da limitare il numero di movimentazione dei mezzi per le attività manutentive nell’ambito dell’intera vita media delle apparecchiature.

Questo modo di progettare dà un maggiore peso ponderale a tutti quei fattori o sistemi che concorrono ad aumentare la massima continuità di esercizio dell’impianto di illuminazione pubblica in regime automatico e che vanno al di là dei costi di primo impianto ma, privilegiando invece soluzioni tecniche a maggiore efficienza globale.

Per tutte le tipologie di intervento la soluzione progettuale redatta si basa sulla classificazione assegnata alle strade soddisfacendo le caratteristiche illuminotecniche minime di riferimento.

Dal punto di vista dell’impianto elettrico in ogni soluzione di intervento prevista si anteporranno le misure di protezione antinfortunistica sia contro “i contatti diretti” (norme CEI 64-8) in sede di manutenzione sia contro “i contatti indiretti” (norme CEI 64-8) di natura occasionale. La sicurezza delle persone sarà garantita durante l’esecuzione dei lavori di ammodernamento e per l’intero periodo di conduzione degli impianti nelle condizioni di normale funzionamento ed anche in caso di atti vandalici o incidenti, prevedibili in ogni contesto urbano.

4.0.0 Criteri di riqualificazione

4.1.0 *Modalità di intervento*

Il progetto di adeguamento prevede un insieme di interventi riguardanti:

- il patrimonio delle dotazioni costituito da corpi illuminanti ed i quadri di alimentazione linee ecc.;
- le modalità di esercizio in modo da soddisfare le oggettive esigenze di illuminazione notturna attuando tutte quelle misure di contenimento dei consumi in relazione alla classificazione delle strade ed ai relativi valori di luminanza richiesti in relazione alla entità di traffico dichiarata;
- l'attuazione di forme di risparmio energetico di tipo prevalentemente distribuito su singoli corpi illuminanti;
- predisposizioni all'interno dei quadri di alimentazione più significativi di spazi e di modalità connettive per l'integrazione di apparati di eventuale telecontrollo e di trasmissione;
- il recepimento di nuove tecnologie nel campo dell'illuminazione stradale come l'impiego delle sorgenti luminose a LED;
- l'adeguamento delle linee elettriche di alimentazione esistenti ed i nuovi collegamenti, previsti nell'ambito del progetto laddove questi siano risultati carenti in termini di prestazione, di conformazione distributiva (linee di alimentazione ripartite su più circuiti) e di rispondenza ai riferimenti normativi (valori di caduta di tensione di linea, portata dei cavi e loro coordinamento con le protezioni di linea a monte).
- l'adeguamento per quanto possibile dell'esistente impianto di illuminazione pubblica alla legge regionale in materia di inquinamento luminoso.

4.2.0 *Caratteristiche degli apparecchi di illuminazione*

I nuovi corpi illuminanti saranno conformi alla normativa vigente in materia di marcatura CE, essere certificati “in esecuzione stagna” con grado di protezione IP66, a doppio isolamento (classe II) sia per il vano lampada che per il vano porta accessori elettrici. In particolare il gruppo ottico sarà conforme per limiti prestazionali a quanto richiesto dalla legge regionale in materia di inquinamento luminoso.

In presenza di sostituzioni parziali del numero di centri luminosi presenti nell'ambito di un contesto ambientale specifico, il progetto prevede che ne sia continuata la tipologia con quanto già localmente esistente, adottando misure correttive di dotazione (sostituzione dell'apparecchio con caratteristiche simili, pur adottando tecnologie più attuali) e di installazione (modifica dell'angolo di tilt e del punto di fuoco sul riflettore interno attraverso la variazione del posizionamento del portalampade) in modo da realizzare un livello d'illuminamento sulla sede stradale compatibile con i riferimenti indicati dal piano per il contenimento dell'inquinamento luminoso.

I corpi illuminanti previsti dal progetto sono riconducibili per la loro specifica destinazione d'uso a due categorie e più precisamente alle armature per illuminazione stradale, che rappresentano quasi l'85% del

parco impianti, ed ad apparecchi da arredo urbano/artistici per l'illuminazione del centro storico e di alcuni spazi residenziali e aree verdi, che rappresentano il 15% del parco impianti (non vengono considerati all'interno del presente progetto i corpi illuminanti relativi ai "privati" e impianti sportivi).

La scelta della potenza dei nuovi corpi illuminanti è basata sulla nuova classificazione delle strade, nel rispetto quindi dei livelli di illuminamento previsti e volta ad ottenere un primo effetto di risparmio in termini di kWh. Il dimensionamento illuminotecnico dei nuovi impianti si basa quindi sulla classificazione stradale contenuta all'interno del Piano della Luce, confermando le categorie illuminotecniche di progetto in esso proposte.

Al fine di massimizzare il risparmio energetico ottenibile, si è optato per sostituire i corpi illuminanti esistenti con nuovi apparecchi con tecnologia led, in quanto oltre all'ottima efficienza è possibile ottimizzare la taglia di potenza necessaria per le esigenze di ciascuna area interessata dall'intervento, cosa altrimenti non possibile con lampade al sodio alta pressione, anch'esse dotate di buona efficienza ma con limitate taglie di potenze disponibili e non inferiori ai 50 W.

Laddove le tipologie di corpi illuminanti esistenti risultino non conformi alla legge regionale in materia di inquinamento luminoso saranno segnalati e per quanto possibile esclusi dal progetto di riqualificazione e mantenuti esterni al perimetro di gestione e manutenzione.

4.2.1 Consistenza delle sostituzioni degli apparecchi di illuminazione

Nell'ottica di voler raggiungere il massimo dell'efficienza energetica abbinata ad un ottimale comfort visivo, viene proposta l'installazione di corpi luminosi a LED sulla totalità del territorio comunale. La tecnologia LED verrà perciò utilizzata sia per illuminare le strade che le zone di passaggio o ritrovo quali giardini e parchi pubblici (come indicato sugli elaborati grafici). Con la stessa tipologia di apparecchio è previsto di sostituire la maggioranza degli apparecchi, variando la dimensione dell'apparecchio in funzione dell'altezza di installazione e variando l'ottica in funzione della geometria di installazione. Anche soluzioni più decorative, come la sostituzione di sfere e lampioncini verrà effettuata con il medesimo tipo di apparecchio modificato solamente nella soluzione di installazione a palo per renderlo più gradevole ed alzare l'altezza di installazione. Sono previste tipologie tipicamente da arredo solo nelle zone in cui è necessario garantire la continuità con l'esistente e/o dove esistono attualmente corpi artistici come le lanterne.

In totale allo stato di progetto si dovranno eseguire le seguenti sostituzioni:

Descrizione		quantità
Sostituzione corpi illuminanti stradali	n.	973
Sostituzione corpi illuminanti arredo	n.	92
Corpi illuminanti invariati (non conformi alla normativa tecnica vigente)	n.	16
Corpi illuminanti invariati conformi	n.	14

Saranno esclusi dalla riqualificazione e lasciati in carico dell'ente quei corpi illuminanti per l'illuminazione d'accento di monumenti e/o fabbricati per i quali risulta impossibile provvedere al rispetto della Legge

sull'inquinamento luminoso; l'ente stesso valuterà l'opportunità di mantenere o smantellare tali centri luminosi.

4.2.2 Intervento di sostituzione corpi illuminanti

In generale gli apparecchi d'illuminazione con sorgenti a LED avranno caratteristiche costruttive e prestazionali non inferiori a quanto di seguito specificato:

- ottica del tipo full cut-off con vetro piano temperato e stratificato completamente schermato verso l'alto;
- grado di protezione minimo degli apparecchi di illuminazione contro la penetrazione ai corpi solidi e liquidi IP 66 per il vano lampada e per il vano accessori;
- l'apparecchio sarà certificato di classe II contro i contatti indiretti;
- possibilità di correggere l'angolo di installazione per mantenere l'apparecchio sempre in posizione parallela al piano stradale;
- in fase manutentiva: facilità di sezionamento elettrico, agevole apertura e mantenimento dell'apertura del corpo illuminante, protezione del vano ottico dalla sporcizia, rapidità di sostituzione delle lampade e di regolazione delle stesse nel vano ottico, rapidità di sostituzione degli altri componenti elettrici;
- devono avere un alto rendimento luminoso (rapporto tra flusso luminoso in lumen reso dall'apparecchio ed il flusso luminoso in lumen emesso dalla lampada) indicativamente superiore al 80% per apparecchi di tipo stradale e le curve fotometriche dichiarate sono certificate EULUMDAT.

Su ogni armatura saranno riportati i seguenti dati identificatori e prestazionali così come indicato per le armature per lampada a scarica:

- nome della ditta costruttrice, numero di identificazione o modello;
- tensione di funzionamento;
- limiti della temperatura per cui è garantito il funzionamento ordinario, se diverso da 25°;
- grado di protezione IP;
- classe di isolamento;
- potenza nominale in Watt e tipo di lampada.

Per le sorgenti a LED. sarà previsto un esercizio a bassa corrente di pilotaggio dell'elettronica di dotazione non superiore a 700mA in modo da evitare un eccessivo carico termico all'interno del vano di alloggiamento dell'elettronica di dotazione ed assicurare maggiore durata della sorgente luminosa.

I corpi illuminanti da arredo urbano saranno conformi alle normative di riferimento sia per modalità costruttive che per modalità di installazione ed avranno criteri costruttivi finalizzati all'integrazione nel contesto urbano specifico.

Il progetto individua anche per le armature di illuminazione residenziale caratteristiche costruttive e qualità di materiali in grado di elevare l'efficienza prestazionale complessiva dell'impianto anche attraverso la riduzione del numero di interventi manutentivi sui corpi illuminanti con gli stessi criteri previsti per le armature di tipo stradale.

4.2.3 Intervento sui corpi illuminanti conformi alla Legge Regionale

E' prevista la sostituzione di tutti gli apparecchi d'illuminazione esistenti pur se rispondenti ai criteri costruttivi previsti dalla legge regionale, al fine di ridurre in maniera considerevole i consumi energetici sfruttando le potenzialità offerte dalla tecnologia LED, in primis la possibilità di discretizzazione le taglie di potenza.

4.2.4 Intervento sui proiettori adibiti ad illuminazione pubblica

Per quanto riguarda la situazione dei proiettori e degli apparecchi di illuminazione d'accento, una parte di questi è adibita ad illuminazione di edifici di particolare interesse, mentre la maggior parte di essi è adibita ad illuminazione di grandi aree come parcheggi o campi sportivi. Essi rappresentano una minima parte sul totale degli apparecchi installati.

Nel caso dell'illuminazione di edifici di particolare interesse, si dedicherà un progetto specifico in altra sede. Nel caso dell'illuminazione di grandi aree come parcheggi e soprattutto campi sportivi, essendo l'utilizzo non continuativo e limitato a poche ore al giorno, non si è prevista alcuna attività particolare, se non la correzione dell'orientamento di quei proiettori installati in modo non corretto.

4.3.0 Interventi di adeguamento quadri elettrici

L'indagine condotta in sede di stesura del piano ha evidenziato l'esigenza, più generale, di intervenire su buona parte dei quadri elettrici esistenti con modifiche a volte anche significative per l'esecuzione delle quali è economicamente vantaggioso in alcuni casi eliminare l'esistente ed attuare la totale sostituzione delle carpenterie e delle apparecchiature in esse contenute.

Il progetto individua, per ognuno dei quadri elettrici l'entità dell'intervento da attuare definendo:

- casi di totale sostituzione, vale a dire un intervento di adeguamento dell'intero quadro, attraverso l'allestimento di un nuovo schema elettrico in termini di dotazione di apparecchiature, di modalità di collegamento e di logica di funzionamento, di una nuova carpenteria interna, e di una nuova carpenteria esterna così come riportato negli elaborati grafici in allegato;
- casi di rifacimento, in cui il quadro viene completamente rifatto ma entro la carpenteria esistente;
- eventuali casi in cui il progetto prevede interventi di manutenzione straordinaria sui quadri esistenti con la sostituzione parziale della componentistica interna e/o con la modifica dello schema elettrico di cablaggio o per adeguamento della logica di funzionamento.

Più in generale, alla fine dell'intervento, ogni quadro sarà dotato almeno dei seguenti componenti:

APPARECCHI DI PROTEZIONE PER CIRCUITI DI POTENZA

- interruttore generale del quadro elettrico di tipo automatico magneto-termico con relè differenziale polivalente per controllo di guasti a terra (da prevedersi sia per impianti in classe I che in classe II);
- interruttore automatico differenziale con $I_{\Delta n}=30\text{mA}$, protetto contro gli scatti intempestivi, posto a protezione di ogni linea trifase in partenza (dorsali di alimentazione dei punti luce-dispositivo da prevedersi anche per apparecchi in classe II);

- interruttori automatici magnetotermici unipolari posti a protezione delle singole linee in partenza (escluso il conduttore di neutro), protezione dei circuiti ausiliari mediante idoneo interruttore automatico magnetotermico differenziale;
- apparecchiature di manovra (contattori) con categoria di impiego AC-3;
- il potere di interruzione di tutte le apparecchiature installate sarà pari a 10 kA sia per utenze con alimentazione monofase sia con alimentazione trifase.

ARMADIO

- in vetroresina, colore grigio RAL 7040;
- grado di protezione minimo: IP43;
- tensione nominale di isolamento: 690V;
- porte incernierate complete di chiusura tipo cremonese azionabile con maniglia a scomparsa agibile mediante serratura di sicurezza;
- parti metalliche in acciaio inox;
- possibilità di fissaggio piastra di fondo.

CARPENTERIA

- in vetroresina a doppio isolamento;
- grado di protezione: IP55 minimo, tenuta all'impatto minimo 20joule;
- ampliabilità: 30%;
- predisposta per l'alloggiamento del gruppo di misura

ACCESSORI

- morsettiera in uscita per linee di potenza ed ausiliari;
- cavi apparecchiature siglati e numerati;
- selettore per il comando automatico e manuale (AUT-MAN) a due posizioni per il comando di accensione dell'illuminazione;
- relè astronomico integrato;
- laddove il progetto preveda la dotazione di apparecchiature per la riduzione del flusso luminoso queste saranno di classe di isolamento II - equipaggiate con scaricatori di sovratensioni anche a valle dello stesso. Il regolatore attraverso la stabilizzazione dei valori di tensione garantirà l'assenza di variazione cromatica delle sorgenti luminose sottese e contribuirà ad elevare il numero di ore di funzionamento delle lampade;
- protezione sulle parti in tensione accessibili a portella aperta in modo da garantire grado di protezione IP XXB;
- targhetta di identificazione riportante i seguenti dati: costruttore, tensione nominale, corrente nominale, grado di protezione, norma di riferimento.

Per i quadri esistenti di ridotta configurazione dove gli interventi sono riconducibili alla sostituzione di singole apparecchiature o alla modifica del cablaggio (es. eliminazione “tutta notte/mezza notte”) queste operazioni saranno eseguite direttamente sul posto avendo cura di eseguire un lavoro a regola d'arte.

Se esistono casi in cui il gruppo di misura ed il quadro elettrico sono all'interno di proprietà private, il nuovo armadio stradale che conterrà entrambi dovrà essere previsto all'esterno dei confini delle proprietà private.

Verifica del coordinamento delle protezioni

L'appaltatore che riceve in concessione l'impianto di pubblica illuminazione provvede ad eseguire gli interventi di adeguamento dei quadri elettrici esistenti verificando il coordinamento termico e magnetico delle protezioni esistenti in relazione alle linee elettriche distribuite dagli stessi.

Si specifica quindi che tali verifiche vengono eseguite sulla base dei rilievi eseguiti per l'esecuzione del progetto e nell'impossibilità di eseguire un'analisi puntuale di ogni derivazione e diramazione della rete elettrica si suppone che la stessa sia stata mantenuta efficiente nel corso del tempo garantendo il rispetto delle classi di isolamento delle condutture o il coordinamento tra dispositivi di protezione differenziale e l'impianto di terra secondo la regola prevista per i sistemi di 1^ categoria senza propria cabina di trasformazione prescrivono di attuare la protezione prevista per il sistema T.T. (CEI 64-8), garantendo il rispetto della seguente condizione:

$$R_E \times I_a \leq U_L$$

dove:

R_E :resistenza di terra, [Ω]

I_a : corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, [A]

(Quando il dispositivo di protezione è a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} .)

U_L : tensione di contatto limite [V] : **50V**

Se durante le fasi esecutive dell'opera si dovesse riscontrare una difformità rispetto a quanto sopra riportato sarà cura del concessionario segnalare la mancanza alla DL e all'ente appaltante e di concerto provvedere ad accordare le opportune modifiche o varianti al fine di sanare tale vizio occulto.

Verifica della protezione delle linee di alimentazione dai sovraccarichi

Le Norme CEI 64-8 parte 4 stabiliscono che le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$1) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2) \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito

I_z = portata in regime permanente della conduttura

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

Verifica del P.d.i. dei dispositivi di protezione

La fornitura d'energia, da parte dell'Ente Distributore, avviene direttamente in B.T. tramite contatore con un Icc di 10kA o 6kA; si ritiene necessario usare delle protezioni, subito a valle dello stesso, aventi un potere d'interruzione almeno pari a 10kA o 6KA e calcolare successivamente il valore di Icc massimo presente su eventuali sottoquadri installando all'interno degli stessi protezioni aventi potere di interruzione adeguato.

Verifica del coordinamento tra conduttore e dispositivo di protezione ai fini del corto circuito

Le Norme CEI 64-8 parte 5 forniscono le formule per la determinazione della corrente minima di c.to c.to per guasto franco occorrente per la verifica della tempestività di intervento dei dispositivi di protezione contro i c.to c.ti. quando il conduttore di neutro è distribuito.

$$I = 0,8 U_0 / (1,5 \rho (1+m) L / S)$$

dove:

U = tensione concatenata di alimentazione (volt)

U₀ = tensione di fase di alimentazione (volt)

ρ = resistività a 20 °C del materiale dei conduttori ($\rho \times \text{mmq/m}$)

L = lunghezza della conduttura protetta (m)

S = sezione del conduttore (mmq)

m = rapporto tra la R neutro e la R fase (se i conduttori di neutro e di fase sono di uguale materiale m è uguale al rapporto S fase e la S neutro)

I = corrente di c.to c.to presunta (A).

Se si utilizza un unico di dispositivo di protezione e tale dispositivo di protezione contro i sovraccarichi è in accordo con quanto sopra riportato ed ha un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di cortocircuito della conduttura a valle di quel punto.

4.4.0 Cavi e cavidotti

Nella quasi totalità dei casi è previsto il mantenimento delle linee esistenti con monitoraggio e verifica dello stato di conservazione e di sicurezza.

Non essendo possibile in fase di sopralluogo preliminare al progetto esecutivo ispezionare puntualmente l'impianto in ogni singolo componente si da per assodato che la distribuzione elettrica, sia stata negli anni mantenuta e mantenuta efficiente al fine di garantire la sicurezza.

Pertanto se durante le opere di riqualificazione verranno riscontrate problematiche tecniche che possano compromettere il corretto funzionamento dell'impianto o la sicurezza per gli utilizzatori si provvederà all'adeguamento di tali posizioni previo accordo con l'ente appaltante.

Saranno previsti nuovi tratti di linea aerea o interrata per la connessione dei punti luce eventualmente alimentati in derivazione diretta dalle attuali linee di distribuzione e comandati singolarmente o a gruppi da sonda crepuscolare.

Per le linee ove in fase di sopralluogo per il progetto esecutivo sia stata riscontrata qualche carenza o anomalia, è previsto un intervento di adeguamento sulle linee esistenti con lo sfilaggio dei cavi e la sostituzione di tratte parziali di linea a sezione adeguata in modo da ricondurre il tratto in questione entro parametri corretti.

I nuovi collegamenti saranno realizzati ricorrendo ad una distribuzione trifase + neutro, o diversa a seconda dei casi, mediante l'utilizzo di cavi unipolari o multipolari tipo FG7-R 0.6/1kV e dimensionati in base ad un valore percentuale di caduta di tensione non superiore al 4% del valore di tensione nominale.

Tutte le derivazioni per l'alimentazione dei punti luce di nuovo allestimento saranno realizzate entro apposita piastra ad incasso dotata di morsettiera in classe II senza effettuare giunzioni nastrate o ricorrendo all'uso di muffole di derivazione. Dove non fosse possibile tale tipo di derivazione, le giunzioni saranno realizzate all'interno di pozzetti, senza interruzione del conduttore, utilizzando idonei morsetti a compressione crimpati, e prevedendo il ripristino dell'isolamento mediante nastro auto-agglomerante e successiva finitura mediante nastro isolante.

4.5.0 Pali

Attualmente la totalità dei pali di sostegno dell'illuminazione pubblica è in acciaio zincato o verniciato o pali in calcestruzzo armato.

Come riportato sugli elaborati grafici, alcuni sostegni dovranno quindi essere sostituiti perché troppo obsoleti, o previsti nuovi, o modificati.

In alcune zone, per raggiungere i livelli illuminotecnici richiesti dalle normative può essere necessaria la sostituzione di alcuni pali con altezza specificata negli elaborati grafici, con attacco a testa palo per permettere l'installazione di nuove armature dotate di ottica stradale in grado di realizzare una migliore distribuzione del flusso luminoso sulla sede stradale attuando una maggiore capacità percettiva degli ostacoli in area urbana ed in presenza di nebbia ed un più elevato grado di comfort visivo per i conducenti alla guida dei mezzi in transito.

Analogamente dovrà essere sostituito anche il plinto di fondazione ed il relativo pozzetto. Il plinto di fondazione avrà dimensioni indicative pari a 1000x700x900 mm che dovranno essere comunque verificate e adeguate a garantire il sostegno dei pali e relativi corpi lampada. I pozzetti dovranno avere dimensioni minime pari a 400x400x400 mm. Le caratteristiche di questi elementi sono riportate nel computo metrico.

La medesima cosa vale anche per tutti gli altri interventi che prevedono la sostituzione dei pali esistenti con altri nuovi riportati sugli elaborati grafici.

I nuovi sostegni previsti in sostituzione di sostegni esistenti avranno geometria tronco conica e saranno realizzati con lamiere elettrosaldate in acciaio di spessore 3 mm, successivamente lavorate e quindi zincate a caldo. Qualora siano presenti pali a sbraccio i nuovi pali in estensione di impianti esistenti o in sostituzione puntuale avranno la stessa tipologia dei pali di quanto già installato. Ogni nuovo sostegno previsto sarà protetto alla base in corrispondenza della sezione di incastro mediante, guaina termoresistente e bitumatura interna ed esterna del tratto infisso.

Nelle lavorazioni in genere, la zincatura a caldo e la eventuale verniciatura è previsto siano realizzate direttamente dalla casa produttrice e certificate dalla stessa mentre le dotazioni elettriche come le piastre di derivazione saranno a doppio isolamento (Classe II) complete di fusibile e di frontalino di segregazione

asportabile attraverso l'uso di un utensile triangolare. Nel caso di zincatura deteriorata dei pali esistenti, si dovrà procedere con il ripristino mediante carteggio iniziale, per rimuovere l'eventuale ruggine, e successiva zincatura a freddo.

In totale sono previsti i seguenti interventi sui sostegni:

Descrizione		quantità
Sostituzione pali	n.	58

4.6.0 Soluzioni per il risparmio energetico

Le esigenze di pedoni e automobilisti sono assai differenti, ma nell'ambiente stradale urbano è necessario farle convivere armoniosamente, all'insegna della sicurezza e del comfort visivo. L'utilizzo di sistemi di riduzione del flusso luminoso permettono una miglior gestione dell'illuminazione pubblica in accordo alle leggi regionali per il contenimento dell'inquinamento luminoso.

La soluzione proposta per la riqualificazione dell'impianto di illuminazione pubblica, oltre che la sostituzione dei corpi lampada, con altri di maggiore efficienza, consiste anche nell'installazione di sistemi di parzializzazione stand-alone da inserire direttamente a bordo lampada.

4.6.1 Parzializzatori di flusso stand-alone

Si tratta di un dispositivo automatico, pre-tarato, che agendo sull'alimentatore elettronico alla base del funzionamento degli apparecchi a LED, abbassa il flusso luminoso al 70% a periodo fisso con identificazione della mezzanotte virtuale con conseguente riduzione del flusso per le successive 5-6 ore di funzionamento, dalle 24 alle 5 o altrimenti dalle 24 alle 6. Tale riduzione non verrà effettuata nelle strade in cui il livello di illuminazione è già al minimo secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

5.0.0 Piano di completamento del parco di pubblica illuminazione

La distribuzione dei centri luminosi all'interno del territorio comunale non risulta sempre uniforme a causa di un'esecuzione dell'impianto di pubblica illuminazione nel tempo legata, più ad esigenze del momento, che a una progettazione atta a garantire uniformità e livelli di illuminamento previsti dalle normative.

Pertanto al fine di migliorare la situazione attuale e su specifiche richieste dell'ente comunale sono previste alcune opere di integrazione dell'impianto di illuminazione pubblica, in quantità tale (minima) da rendere sostenibile un progetto di riqualificazione ed efficientamento.

Pertanto si sono concordate le integrazioni nelle seguenti aree di seguito riportate:

Via Arluno: nella strada in oggetto classificata con una categoria illuminotecnica M5 è prevista l'installazione di n.2 corpi illuminanti la cui alimentazione avviene per mezzo di nuova linea con posa in cavidotto interrato; queste apparecchiature si rendono necessarie al fine di garantire l'illuminazione a due parcheggi presenti in prossimità di un complesso residenziale attualmente privi di luce.

Via Bellini: nel parcheggio in oggetto classificato con una categoria illuminotecnica P3 è prevista l'installazione di un corpo illuminante la cui alimentazione avviene per mezzo di nuova linea con posa in cavidotto interrato; queste apparecchiature si rende necessarie al fine di garantire l'illuminazione a un parcheggio attualmente privo di luce.

Via del Cimitero: nella strada in oggetto classificata con una categoria illuminotecnica P4 relativa al viale di accesso / uscita del cimitero comunale è prevista l'installazione di n.3 corpi illuminanti la cui alimentazione avviene per mezzo di nuova linea con posa in cavidotto interrato in derivazione dai punti luce esistenti presenti sulla strada adiacente.

Via Roma: nella strada in oggetto classificata con una categoria illuminotecnica M5 è prevista l'integrazione dell'illuminazione con l'installazione di un corpo illuminante la cui alimentazione avviene per mezzo di derivazione da linea aerea già esistente.

Via Rosmini: lungo la strada in oggetto classificata con una categoria illuminotecnica M5 è prevista l'installazione di n.2 corpi illuminanti all'interno di un parco giochi (classificato con una categoria illuminotecnica pari a P3) la cui alimentazione avviene per mezzo di nuova linea con posa in cavidotto interrato in derivazione dai punti luce esistenti presenti sulla strada adiacente.

Via Volta: nella strada in oggetto classificata con una categoria illuminotecnica M6 è prevista l'integrazione dell'illuminazione esistente mediante l'installazione di un corpo illuminante derivato per mezzo di nuova linea con posa in cavidotto interrato dal punto luce esistente sulla strada adiacente.

La tipologia e l'esatta ubicazione dei nuovi centri luminosi è indicata negli elaborati grafici e nella distinta dei punti luce di progetto.

I nuovi sostegni previsti per l'integrazione di nuovi corpi illuminanti stradali saranno costituiti da palo in acciaio zincato con altezza ed ubicazione in funzione del calcolo illuminotecnico eseguito; la zincatura a caldo dovrà essere realizzata direttamente dalla casa produttrice e certificata dalla stessa. I pali avranno geometria tronco conica e saranno realizzati con lamiere elettrosaldate in acciaio di spessore 3 mm, successivamente lavorate e quindi zincate a caldo. Qualora siano necessari sbracci avranno la stessa tipologia dei pali. Le dotazioni elettriche, come le piastre di derivazione (morsettiere), saranno a doppio isolamento

(Classe II) complete di fusibile e di frontalino di segregazione asportabile attraverso l'uso di un utensile triangolare.

Ogni nuovo sostegno previsto sarà protetto alla base in corrispondenza della sezione di incastro mediante, guaina termoresistente e bitumatura interna ed esterna del tratto infisso.

Dovrà anche essere previsto anche il plinto di fondazione ed il relativo pozzetto; esso dovrà avere dimensioni pari a 1000x700x900 mm e dovrà essere adeguato a garantire il sostegno dei pali e relativi corpi lampada. I pozzetti dovranno avere dimensioni pari a 400x400x400 mm. Le caratteristiche di questi elementi sono riportate nel computo metrico.

Nuovi corpi illuminanti per completamento omogeneo di alcune zone - STRADALI	n.	10
Sostegni di nuova installazione	n.	10
Nuove linee elettriche dorsali di alimentazione complete di accessori per posa interrata.	m	165
Nuove linee elettriche dorsali di alimentazione complete di accessori per posa aerea.	m	10

6.0.0 Bilancio energetico a seguito degli interventi di riqualificazione

Rispetto allo stato attuale di esercizio degli impianti la soluzione progettuale differenzia le forme di risparmio energetico attraverso:

- il riallineamento dei livelli di illuminamento alla classe assegnata delle strade;
- la parzializzazione della potenza erogata alle lampade attraverso il controllo del valore di tensione di innesco delle lampade a scarica e della corrente di pilotaggio nelle lampade a LED.

Dai rilievi effettuati in sede di acquisizione dei consumi il sistema di illuminazione pubblica di Pogliano Milanese impegna attualmente una potenza complessiva installata di 175,116 kW (non sono considerate le perdite di rete pari al 5%) ripartita su:

- 36 punti di alimentazione con POD;

Sulla base delle lampade installate a servizio del territorio comunale, considerando un funzionamento di 4277 ore senza spegnimenti né riduzioni parziali, si può considerare un attuale consumo annuo di energia di 786420,81 kWh/anno.

Il progetto attua, attraverso gli interventi di riqualificazione dei punti luce che prevedono la sostituzione dell'intero corpo illuminante, una riduzione della potenza installata di circa l'81%, percentuale che aumenta se si considera la potenza effettivamente assorbita con le perdite degli alimentatori. Il risparmio energetico è ancora superiore all'81%, stimando un consumo post intervento di 147669,63 kWh, ottenuto effettuando su tutti gli apparecchi sostituiti la riduzione del flusso medio del 30% sul totale nelle ore centrali notturne (da 00.00 alle 6.00) per le apparecchiature in oggetto come spiegato al paragrafo 4.6.1, e impostando le ore di funzionamento annue in 4.100.

Le utenze non assoggettabili all'illuminazione pubblica ma eventualmente alimentate in derivazione dall'impianto di illuminazione pubblica devono essere rimosse dall'impianto al fine di permettere alla società di servizi energetici il monitoraggio dei consumi dell'impianto riqualificato tramite i misuratori di energia dell'ente distributore (contatori). Finché ciò non sarà possibile la società di servizi energetici provvederà ad utilizzare dati di consumo dell'impianto di illuminazione pubblica riportati nel progetto esecutivo.

7.0.0 Gestione delle attività di manutenzione

7.1.0 *Analisi delle attività manutentive di progetto*

Il mantenimento, del livello prestazionale iniziale ottenuto a seguito dell'intervento, richiede una attività manutentiva finalizzata alla sicurezza, alla efficienza prestazionale, ed alla conservazione del patrimonio impiantistico. Sono riconducibili:

- alla sicurezza tutte quelle attività di verifica e controllo periodico che interessano i quadri elettrici, le reti di distribuzione e gli impianti di terra;
- all'efficienza prestazionale le attività di manutenzione sui corpi illuminanti e sulle sorgenti luminose;
- alla conservazione del patrimonio con specifico riferimento ai sostegni oggetto di criticità per danni localizzati derivanti da incidenti o da forme di vandalismo ed agli accessori complementari dei corpi illuminanti con specifico riferimento ai sistemi di tenuta e di dissipazione termica.

Le attività manutentive finalizzate alla sicurezza prevedono controlli sistematici sulle condizioni di operatività delle apparecchiature elettriche, sulle condutture, e sulle dotazioni di sicurezza verificando il loro grado di conservazione oltre che l'efficacia delle protezioni di dotazione in dotazione ai differenti circuiti.

In tale contesto sono previsti in sede di manutenzione semplici constatazioni attraverso esami a vista, test di prova finalizzati alla verifica della funzionalità prestazionale e verifiche strumentali finalizzate al rilevamento dei parametri d'impianto all'efficacia delle protezioni attuate:

ATTIVITA' MANUTENTIVE	CADENZA
<i>QUADRI DI DISTRIBUZIONE</i>	
Stato conservazione dell'armadio e carpenteria	Biennale
Verifica dello stato collegamenti di terra	Biennale
Pulizia interna delle carpenterie	Annuale
Verifica dello stato di cavi e cablaggi	Biennale
Misura del fattore di potenza delle linee	Biennale
Verifica funzionale delle protezioni e il coordinamento	Biennale
Verifica funzionale differenziali	Biennale
Verifica funzionale interruttore crepuscolare	Biennale
Controllo funzionamento regolatori di flusso centralizzati	Annuale
Controllo funzionamento sistema telemisura	Annuale

ATTIVITA' MANUTENTIVE	CADENZA
<i>RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE</i>	
Verifica stato di conservazione cavi/conduttori	Biennale

rif: 082-15-E-RP01_rev01

Verifica stato isolamento dei cavi	Biennale
Verifica stato di conservazione contenitori	Biennali
Verifica funzionale delle morsettiere	Biennale
Misura dell'isolamento verso terra di ciascuna linea di alimentazione	Annuale
Misura della corrente di dispersione omopolare	Annuale
Verifica della continuità del dispersore di terra	Annuale

ATTIVITA' MANUTENTIVE	CADENZA
-----------------------	---------

IMPIANTI DI MESSA A TERRA
Sistema di dispersione

Verifica funzionale	Annuale
Verifica dello stato di conservazione	Annuale
Misura della resistenza di terra	Annuale

Sistema di equipotenzializzazione

Verifica dello stato di conservazione	Annuale
Verifica funzionale dello schema elettrico	Annuale

Conduttori di protezione

Verifica della continuità a campione	Annuale
Verifica della continuità generalizzata	Annuale
Ripristino connessioni	Annuale

Le attività manutentive finalizzate all'efficienza prestazionale prevedono controlli periodici sullo stato di efficienza dei gruppi ottici e delle sorgenti luminose di dotazione corredate dei relativi accessori elettrici verificando il loro grado di conservazione e prestazione dei componenti che concorrono alla formazione della parte ottica dei corpi illuminanti ed il loro corretto funzionamento. In tale ambito ricadono anche tutti gli interventi di sostituzione della percentuale di lampade che statisticamente presentano una vita media inferiore ai valori dichiarati dal costruttore.

La manutenzione sarà attuata in modo sistematico con interventi diretti sui gruppi ottici finalizzati a migliorare il rendimento prestazionale delle singole sorgenti luminose e modo programmato in relazione alla vita media delle lampade con interventi di sostituzione dell'intero parco lampade.

ATTIVITA' MANUTENTIVE	CADENZA
-----------------------	---------

APPARECCHI ILLUMINANTI
Corpi illuminanti

Pulizia dei vetri	Annuale
-------------------	---------

Verifica funzionale dell'involucro esterno	Annuale
Pulizia dei riflettori e dei rifrattori interni ai gruppi ottici	Annuale

Verifica delle chiusure e dell'integrità	Annuale
Pulizia dei diffusori	Annuale
Pulizia delle coppe di chiusura	Annuale
Verifica della chiusura e dell'integrità delle coppe	Annuale
Sostituzione di corpi illuminanti oggetto di vandalismo o interessati da incidente stradale	occasionale

Lampade

Verifica funzionale ed eventuale sostituzione	Annuale
Sostituzione completa delle sorgenti luminose fluorescenti	Quadriennale
Verifica stato di usura dei porta lampada ed eventuale sostituzione di quelli ossidati o danneggiati	Annuale

Le attività manutentive finalizzate alla conservazione del patrimonio prevedono controlli periodici dello stato di conservazioni delle parti metalliche e della stabilità dei blocchi di fondazione, il ripristino dei trattamenti protettivi antiossidanti e delle verniciature, oltre che agli interventi localizzati a seguito di azioni di vandalismo o di danneggiamenti derivanti da incidenti stradali.

L'attività manutentiva comporta una attività ispettiva di presidio con l'apporto anche di consulenze anche ingegneristiche in presenza di specifiche criticità derivanti da carichi esogeni su singoli punti luce o da instabilità dei suoli su cui appoggiano i blocchi di fondazione ed una attività operativa programmata finalizzata alla conservazione del patrimonio impiantistico con interventi di ripristino dei rivestimenti protettivi sulle parti metalliche oggetto a diverso titolo di forme di ammaloramento.

ATTIVITA' MANUTENTIVE	CADENZA
-----------------------	---------

SOSTEGNI - Pali e sbracci

Verifica dello stato degli attacchi degli sbracci	Annuale
Verifica della copertura del ferro di armatura	Annuale
Verifica dell'allineamento	Annuale
Verifica dell'esistenza di carichi statici esogeni	Annuale
Verifica delle condizioni di sicurezza statica	Annuale
Controllo e verifica dello stato di usura della verniciatura ed eventuale ripristino della stessa	Annuale
Controllo e verifica dello stato di usura della zincatura ed eventuale ripristino della stessa	Biennale
Verniciatura di ritocco ove necessario	Biennale
Sostituzione sostegni oggetto di vandalismi o interessati da incidenti	occasionale

8.0.0 Analisi dei costi delle forniture e delle lavorazioni di adeguamento dell'impianto di illuminazione pubblica

8.1.0 Valorizzazione delle attività di cantiere

Il progetto, considerando che l'intervento è attuato su un impianto di illuminazione pubblica esistente, prevede: attività di manutenzione straordinaria, associate a nuove installazioni ed interventi di manutenzione ordinaria sui corpi illuminanti esistenti utilizzabili e non oggetto di interventi specifici.

Sono riconducibili alle attività di manutenzione straordinaria tutti quegli interventi sui corpi illuminanti esistenti riutilizzabili per la loro rispondenza costruttiva ai criteri previsti dalla legge regionale in materia di inquinamento luminoso sui quali è possibile attuare la sostituzione della piastra interna cablata con i relativi accessori elettrici per l'uso di sorgenti luminose di minore potenza. Tale tipologia di intervento presenta peculiarità differenziate dovute alla diversa tipologia di corpi illuminanti censiti sull'impianto.

L'operatività sui singoli punti luce richiede una sequenza di lavorazione che preveda lo smontaggio dal palo dell'armatura, la sostituzione della piastra elettrica e della lampada con prova di funzionamento preventivo, e della guarnizione di tenuta qualora questa presentasse segni di invecchiamento precoce o di deterioramento delle gole di tenuta, la pulizia del gruppo ottico interno e del rifrattore esterno ed il successivo riposizionamento e collegamento nella posizione primitiva.

Per i nuovi apparecchi illuminanti, forniti in sostituzione di altri esistenti, l'intervento prevede la rimozione del corpo illuminante attualmente presente in sommità al palo, la prova "a banco" del nuovo corpo illuminante, completo di lampada, al fine di verificare preventivamente il corretto esercizio ed il successivo montaggio e collegamento in sommità ai sostegni siano essi nuovi e/o esistenti.

Analogamente per i nuovi quadri elettrici, previsti in sostituzione dei quadri esistenti, è previsto il loro allestimento in officina specializzata, la prova funzionale preventiva per la verifica della corretta logica operativa delle apparecchiature di dotazione, gli oneri di manodopera per lo scollegamento del quadro esistente e per il successivo cablaggio delle linee esistenti alla nuova morsettiera, le lavorazioni complementari per l'eventuale adeguamento dei basamenti e laddove sia previsto lo spostamento del gruppo di misura dei consumi.

9.0.0 Conclusioni

L'intervento di riassetto dell'impianto di illuminazione pubblica del territorio comunale costituisce uno degli strumenti per il raggiungimento degli obiettivi indicati dal "Patto dei sindaci" per un impegno a favore dell'efficienza energetica e del raggiungimento e superamento degli obiettivi da raggiungere nel 2020 fissati dall'Unione europea, indicati dall'acronimo "20-20-20" ovvero: 20% in meno di emissioni di anidride carbonica, riduzione del 20% dei consumi e aumento del 20% di fonti rinnovabili. La riduzione della potenza impegnata costituisce inoltre una oggettiva possibilità di espansione delle reti e conseguentemente dei consumi rimanendo ampiamente nei limiti dei consumi imposti dalla legge regionale in materia di inquinamento luminoso.

Verona (VR), ottobre 2017

Il Consulente Tecnico


