

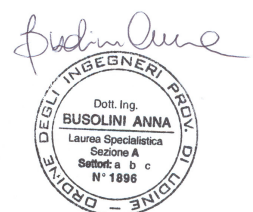
RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA



COMUNE DI CREMA
PROVINCIA DI CREMONA

PROGETTO ESECUTIVO
Relazione Tecnica

rev. 02 del 30.05.2016



Sommario

1. GENERALITÀ	1
2. SCOPO DELLE OPERE	1
3. TIPOLOGIE DI INTERVENTO	2
4. CRITERI DI RIQUALIFICAZIONE	3
4.1. MODALITÀ DI INTERVENTO	3
4.2. CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI D'ILLUMINAZIONE	3
4.2.1. CONSISTENZA DELLE SOSTITUZIONI DI APPARECCHI	4
4.2.2. INTERVENTO DI SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI	4
4.2.3. INTERVENTO SUI CORPI LAMPADA CONFORMI ALLA L.R. 17/00	5
4.2.4. INTERVENTO SUI PROIETTORI ADIBITI AD ILLUMINAZIONE PUBBLICA	6
4.3. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO QUADRI ELETTRICI	6
4.4. CAVI E CAVIDOTTI	8
4.5. PALI	8
4.6. SOLUZIONI PER IL RISPARMIO ENERGETICO	9
4.6.1. PARZIALIZZATORI DI FLUSSO STAND-ALONE	9
4.6.2. REGOLATORE DI FLUSSO CENTRALIZZATO	10
5. BILANCIO ENERGETICO A SEGUITO DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE	10
6. GESTIONE DELLE ATTIVITÀ MANUTENTIVE	10
6.1. ANALISI DELLO STATO DI FATTO	10
6.2. ANALISI DELLE ATTIVITÀ MANUTENTIVE DI PROGETTO	11
7. ANALISI DEI COSTI DELLE FORNITURE E DELLE LAVORAZIONI DI ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	13
7.1. VALORIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE	13
8. CONCLUSIONI	14

1. 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 Crema, in provincia di Cremona, con lo scopo di limitarne le eccedenze e di minimizzare l'inquinamento luminoso verso l'alto in osservanza a quanto previsto dalla legge emanata dalla Regione Lombardia n. 17/00 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso".

2. 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 esistenti nei limiti temporali indicati dalla Legge Regionale per tipologia di sorgenti luminose e per criterio costruttivo delle sorgenti; in particolare eliminare le lampade al mercurio ancora presenti sul territorio
- 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;
- 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;
- rendere gli impianti di illuminazione pubblica il più possibile indipendenti dalla rete di distribuzione di energia elettrica, a seguito dell'acquisizione da parte del Comune di tutti gli impianti sul territorio, anche di quelli attualmente promiscui.

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.

L'Amministrazione Comunale, in materia di illuminazione pubblica attraverso l'intervento di riqualificazione definisce il livello prestazionale da assumere a riferimento per la realizzazione delle future espansioni della rete comunale d'illuminazione pubblica nei differenti contesti di sviluppo per nuove viabilità primarie o per nuovi

insediamenti abitativi e/o industriali.

3. TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Il progetto considera:

- i punti luce esistenti distribuiti lungo la viabilità e le piazze del territorio comunale, sia quelli prettamente comunali fin dalla loro costruzione, che quelli riscattati dalla società Enel Sole, precedente proprietaria;
- i quadri elettrici di comando presenti in corrispondenza dei punti di fornitura denominati "POD", sia quelli dotati di contatore di energia che quelli attualmente privi, con contabilizzazione a forfait, pur nelle incertezze legate alla mancanza di informazioni da parte della precedente proprietà nel caso di impianti ex Enel Sole, che hanno costretto ad effettuare delle stime degli interventi necessari, che, per quanto verosimili, dovranno essere confermate con eventuali aggiustamenti in fase di esecuzione;
- le modalità di servizio in relazione alla pubblica utilità;
- 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 come nel caso delle lampade a vapori di mercurio;
 - 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 e di componentistica 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 delle movimentazione dei mezzi per le attività manutentive nell'ambito dell'intera vita media delle apparecchiature stimata in 25 anni.

Questo modo di progettare da 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 il più possibile 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 contro "i contatti diretti" (norme CEI 64-8) in sede di manutenzione che 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. CRITERI DI RIQUALIFICAZIONE

4.1. 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 la 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;
- un uso anche differenziato delle linee in cavo che costituiscono la rete di illuminazione pubblica finalizzato anche ad una possibile alimentazione di nuovi servizi di pubblica utilità;
- 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).

4.2. CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI D'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 nel caso tale tipologia di isolamento e la conseguente tipologia di impianti sia già presente, altrimenti in classe I, previa verifica dell'impianto di terra esistente.

In particolare il gruppo ottico sarà conforme per limiti prestazionali a quanto richiesto dalla legge della Regione Lombardia L. R. 17/00 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 portalampe) 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 oltre il 68% 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 praticamente più del 25% del parco impianti.

La scelta della potenza dei nuovi corpi illuminanti è basata sulla nuova classificazione delle strade effettuata a

livello di piano della luce, recentemente redatto, 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, nella stragrande maggioranza dei casi, ai 50 W.

4.2.1. CONSISTENZA DELLE SOSTITUZIONI DI APPARECCHI

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 quasi totalità del territorio comunale, tranne alcuni casi in cui è già stata effettuata una sostituzione coi LED o in cui vi sono lampade al sodio alta pressioni o ioduri metallici ma il rapporto costi-benefici per gli interventi di sostituzione coi LED non è favorevole (ad esempio nel caso di proiettori su torri faro). 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 soluzione 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 confermate tipologie tipicamente da arredo solo nelle zone in cui è stato necessario garantire la continuità con l'esistente e dove esistono attualmente corpi artistici come le lanterne, che verranno modificate sia tecnologicamente che strutturalmente per limitarne la dispersione del flusso verso l'alto. In totale si dovranno eseguire le seguenti sostituzioni:

Descrizione	quantità
Sostituzione corpi illuminanti stradali LED	3755
Sostituzione corpi illuminanti arredo LED	928
Sostituzione proiettori, applique e incassi	130
Sostituzione piastre LED negli apparecchi di tipo artistico	591

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 e con emissione luminosa massima a 90° ed oltre (verso l'alto) non superiore a 0.49cd/klm (requisiti della L.R.17/00);
- 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 dove tale tipologia di impianti è già esistente, altrimenti in classe 1, previa verifica ed eventuale adeguamento dell'impianto di terra che dovesse rendersi necessario;

Comune di Crema (CR)

- 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.

E' prescritta una elevata vita utile delle sorgenti e conseguente riduzione di manutenzione: 70.000 ore a B20L80 per gli apparecchi stradali alimentati a 525 mA, e 60.000 ore B20L80 se alimentati a 700 mA.

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 alla integrazione nel contesto urbano specifico.

Per quanto riguarda le lanterne esistenti, si è optato per mantenerle, previa loro modifica, sia strutturale, con il togliimento dei vetri, che tecnologica, con la sostituzione della lampada a favore di una piastra LED.

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 LAMPADA CONFORMI ALLA L.R. 17/00

E' prevista anche la sostituzione della maggioranza degli 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 delle 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 ed aree di particolare interesse, mentre il restante è adibito ad illuminazione di grandi aree come parcheggi, svincoli o aree verdi. Essi rappresentano comunque solo una minima parte degli apparecchi installati.

Nel caso dell'illuminazione di grandi aree, le soluzioni adottate sono diverse in funzione della situazione esistente e del rapporto costi/benefici che caratterizza l'intervento:

- nel caso dell'illuminazione di edifici di particolare interesse, si dedicherà un progetto "ad hoc" in altra sede.
- alcuni proiettori attualmente installati sulle facciate ma con funzione di illuminazione del piano stradale o area sottostante e prospiciente sono stati sostituiti con apparecchiature di tipo stradale fissate sulla muratura

4.3. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO QUADRI ELETTRICI

L'indagine condotta in sede di stesura del presente progetto, per quanto limitata dal fatto che molte informazioni riguardanti gli impianti di ex proprietà Enel Sole non erano disponibili, 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 alienare l'esistente ed attuare la totale sostituzione delle carpenterie e delle apparecchiature in esse contenute. In particolar modo il presente progetto vuole porre rimedio alla problematica legata al riscatto che è stato eseguito di molti impianti precedentemente di proprietà della società Enel Sole, al fine di rendere tali impianti accessibili e indipendenti da eventuali promiscuità con la rete di distribuzione. Si ricorda che i costi relativi alle spese per far installare dall'ente distributore dell'energia elettrica i nuovi contatori sulle utenze attualmente a forfait o sulle utenze nuove derivate da una razionalizzazione degli impianti, resteranno a carico dell'Amministrazione Comunale.

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

- casi di totale sostituzione, 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 allegati elaborati grafici; tale casistica viene applicata in special modo sui quadri che sono stati proprietà della società Enel Sole, attualmente confinati entro cabine elettriche di distribuzione, che verranno rifatti in altra posizione sia per renderli indipendenti che accessibili, o per quadretti di rilancio su palo
- 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.

In concomitanza con i lavori sui quadri dovranno essere eseguiti anche interventi di razionalizzazione della rete impiantistica: per tale motivo sono stati previsti degli smantellamenti di quadri esistenti in quanto ritenuti sovrabbondanti e pertanto dovranno essere eseguite anche le opere civili ed impiantistiche per allacciare le linee alle pertinenze del nuovo quadro di riferimento.

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 di tipo selettivo $I_d=300\text{mA}$, 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 (contatori) con categoria di impiego AC-3 ;
- il potere di interruzione di tutte le apparecchiature installate sarà non inferiore a 6kA per utenze con alimentazione monofase e 10kA per utenza con alimentazione trifase.

ARMADIO

- in vetroresina, colore grigio RAL 7040;
- grado di protezione minimo: IP44;
- 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%;

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 crepuscolare 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.

4.4. CAVI E CAVIDOTTI

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

Per le linee ove sarà 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.

E' previsto inoltre il rifacimento delle linee di alimentazione e di sostegno di tutte le tesate a centro strada.

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.

In tutte le operazioni di sostituzione degli apparecchi verrà sostituito il tratto di cavo di alimentazione dall'apparecchio stesso alla morsettiera, o pozzetto, con nuovo conduttore FG7-R di sezione da 2,5 mm².. 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 l'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.

Gli inevitabili interventi legati a risolvere le problematiche di spromiscuamento degli impianti ex Enel Sole, con la ricostruzione di nuovi quadri elettrici, completamente indipendenti e accessibili, comporteranno anche interventi di razionalizzazione della distribuzione con smantellamento di quadri ritenuti ridondanti e allacciamento di punti luce su quadri diversi rispetto agli attuali, con la necessità di effettuare anche dei collegamenti attualmente non esistenti tra punti luce, mediante scavi e posa di cavidotti e/o posa di linee aeree.

4.5. PALI

Attualmente la totalità dei pali di sostegno dell'illuminazione pubblica è in acciaio zincato o verniciato, tranne circa 500 casi di pali in cemento di proprietà nella maggioranza dei casi del distributore di energia elettrica.

Come riportato sugli elaborati grafici, alcuni sostegni dovranno 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 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.

La medesima cosa vale anche per tutti gli altri interventi che prevedono la sostituzioni 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 4 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.

Nel caso la portella da palo, a copertura dell'asola che alloggia la morsettiera, sia mancante o danneggiata, è prevista la sua sostituzione.

In totale sono previsti i seguenti interventi sui sostegni:

Sostituzione pali	70
Verniciatura pali e mensole	200
Rimozione di sbracci	2

4.6. 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. Se la luce è "giusta" si guida meglio e si cammina in assoluta tranquillità. 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, abbassa il flusso luminoso del 30% a periodo fisso con identificazione della mezzanotte virtuale con conseguente riduzione del flusso per le successive 7 ore di funzionamento, dalle 23 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.

4.6.2 REGOLATORE DI FLUSSO CENTRALIZZATO

Il regolatore non è altro che uno stabilizzatore della tensione di lavoro, attraverso un sistema completamente digitale, privo di contatti mobili, con una precisione molto elevata e senza sovratensioni. Attualmente nel territorio comunale n. 15 quadri elettrici sono dotati di regolatore di flusso luminoso. Con la l'installazione massiccia di apparecchi a LED, che possono integrare facilmente la funzione di regolazione di flusso, come spiegato nel paragrafo precedente, viene a mancare la necessità di installare regolatori di flusso centralizzati, che comportano maggiori problemi di manutenzione e sono meno flessibili, e pertanto è stato previsto lo smantellamento di tali apparecchiature.

5. 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 Crema impegna attualmente una potenza complessiva installata di 721 kW, senza contare le perdite degli alimentatori, ripartita su punti di alimentazione in parte con contatore di energia e in parte senza contatore, con contabilizzazione a forfait, in special modo con riferimento agli impianti che sono stati riscattati dalla società Enel Sole, che dovranno essere resi completamente indipendenti mediante la costruzione di nuovi quadri; il consumo annuo di energia stimato di 3.759.525 kWh/anno nell'ipotesi di esercizio di 4200 ore, senza riduzioni né spegnimenti parziali.

Il progetto attua, attraverso gli interventi di riqualificazione dei punti luce che prevedono la sostituzione dell'intero corpo illuminante o della piastra e dell'alimentatore, una riduzione della potenza installata di circa il 67,7 %. Il risparmio energetico è ancora superiore, del 73 %, stimando un consumo post intervento di 1.001.824 kWh, ottenuto effettuando sugli apparecchi sostituiti, tranne quelli su strade classificate illuminotecnicamente già a livello minimo, la regolazione del flusso media del 30% nelle ore centrali notturne come spiegato al paragrafo 4.6, e impostando le ore di funzionamento annue in 4.000.

6. GESTIONE DELLE ATTIVITÀ MANUTENTIVE

Il piano delle attività manutentive, fermo restando le peculiarità specifiche dell'intervento di adeguamento dell'impianto di illuminazione pubblica del comune di Crema è redatto in sostanziale equivalenza operativa con quanto individuato da altri enti appaltatori (C.O.N.S.I.P.) in materia di "Global Service" energetici.

6.1. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Attuare una gestione delle attività manutentive dell'attuale dotazione dell'impianto di illuminazione pubblica secondo le modalità sopra descritte richiede oltre alla conduzione dell'impianto:

- un ulteriore impegno operativo dovuto ad attività di censimento dell'intero patrimonio impiantistico; infatti ad oggi non sono reperibili documentazioni di progetto in grado di censire i punti luce, i quadri elettrici di comando, le sezioni di linea degli impianti di illuminazione pubblica;
- una attività di cantiere propedeutica di adeguamento finalizzata alla rispondenza dei riferimenti normativi (es dotazione di protezioni differenziali, ripristino della continuità dell'impianto di terra, ripristino della integrità delle carpenterie ecc);
- un incremento delle prestazioni manutentive dovuto alla presenza di corpi illuminanti di tipo aperto e con vetustà superiore ai limiti di vita media medi previsti per i corpi illuminanti di tipo stradale;
- minore vita media delle sorgenti luminose in presenza di valori di correnti di assorbimento più elevate che generano maggiori cadute di tensione e conseguentemente riducono il campo operativo dei valori di tensione di innesco delle lampade a scarica;
- una maggiore incidenza di anomalie dovute agli accessori elettrici in dotazione alle singole lampade in conseguenza delle ore di lavoro già effettuate;
- una disuniformità di illuminamento dovuta al regime di esercizio tutta-notte mezza-notte non conforme ai dettami prestazionali indicati della legge regionale;
- l'obbligo di ricorrere all'uso di sorgenti luminose (lampade a vapori di mercurio) di bassa efficienza luminosa o di basso indice di resa cromatica come nel caso di lampade al sodio bassa pressione.

L'ipotesi economica formulata considera in termini di maggiori costi i fattori sopra indicati ritenendoli i più evidenti sull'intero impianto fermo restando la presenza sull'impianto di fattori contingenti come la presenza di elettrificazioni aeree di tipo rurale con conduttori nudi per le quali la protezione contro i contatti indiretti risulta essere fortemente compromessa.

6.2. 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
QUADRI DI DISTRIBUZIONE	
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
RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE	
Verifica stato di conservazione cavi/conduttori	Biennale
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
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	Quadriennale
Verifica stato di usura dei portalampada 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 fon 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 completa	Quadriennale
Sostituzione sostegni oggetto di vandalismi o interessati da incidenti	occasionale

7. ANALISI DEI COSTI DELLE FORNITURE E DELLE LAVORAZIONI DI ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

7.1. 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 emanata dalla Regione Lombardia 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 morsettiere, le lavorazioni complementari per l'eventuale adeguamento dei basamenti e laddove sia previsto lo spostamento del gruppo di misura dei consumi.

Per i nuovi regolatori di potenza sono previsti oltre alla fornitura ed al cablaggio di potenza al rispettivo quadro di alimentazione ogni forma di assistenza specialistica di programmazione e di primo avviamento oltre ad ogni altra assistenza di natura edile per la formazione di blocchi di fondazione e di corretto posizionamento.

Per l'allestimento di un futuro sistema di telecontrollo il progetto prevede la dotazione all'interno dei quadri degli spazi e delle predisposizioni per l'alimentazione delle future unità periferiche di acquisizione, comando e di comunicazione integrate così da costituire una unica postazione operativa in associazione con i regolatori di potenza per i POD indicati dal progetto.

8. 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.