

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA IN ALESSANDRIA

### POR-FESR 2014-2020 Asse IV lotto 5 Rete pubblica illuminazione

#### Premessa

Si considera prescrittivo quanto contenuto nella relazione preliminare per progetto pali intelligenti redatta dal settore Sistemi Informativi ed E\_Government del comune di Alessandria.

Obiettivo principale è realizzare un impianto di illuminazione intelligente, a led, tipo adattivo al fine di adeguare i livelli di illuminazione alle varie esigenze (traffico pedonale o veicolare oppure assenza di traffico) oltre a predisporre, per la successiva utilizzazione, il palo come vero e proprio supporto per altre tecnologie (comunicazione, sicurezza, controllo e monitoraggio del territorio, meteo, ecc.) per la realizzazione di smart city.

La norma UNI 13201 stabilisce che l'Illuminazione adattiva consiste in variazioni controllate nel tempo della luminanza o dell'illuminamento in relazione al flusso di traffico (per esempio veicoli / 5 minuti), orario, condizioni meteo o altri parametri. Quindi i concetti fondamentali espressi dalla norma sono legati a tre parametri sensibili: luminanza (o illuminamento), flusso veicolare, condizioni meteorologiche.

Le nuove tecnologie sono in grado di misurare questi parametri e quindi regolare l'illuminazione in tempo reale in funzione di essi: in tempo reale vuol dire che l'illuminazione, in accordo alla norma, è garantita sulla base delle misurazioni effettuate in quel preciso momento, e non è affidata a cicli di funzionamento pre-programmati. La norma UNI 11248 apre il campo ad una regolazione in tempo reale del flusso luminoso, basata su un controllo ad anello chiuso retroazionato, per raggiungere due importanti obiettivi: il massimo risparmio energetico e la massima sicurezza. È interessante confrontare le prestazioni delle lampade stradali a led con gli altri due tipi di lampade usate nell'illuminazione stradale: le lampade a vapori di sodio e quelle a vapori di mercurio, anch'esse a risparmio energetico, sebbene non quanto quelle a led (c'è circa un fattore 2 di differenza nella corrente assorbita a parità di luce fornita).

Le lampade a vapori di sodio, caratterizzate dal colore giallo-arancione della loro luce, sono lampade a basso costo, una durata di appena 2.500 ore, e alterano i colori di ciò che illuminano.

Le lampade a vapori di mercurio hanno un costo medio, una durata dell'ordine di 20.000 ore e non alterano i colori poiché forniscono una luce bianca.

Le lampade a led hanno un costo elevato ma una durata che arriva a 100.000 ore e anch'esse forniscono una luce bianca, con una tonalità che può essere calda o fredda garantendo una fedeltà ai colori che è ancora più grande rispetto alle lampade a vapori di mercurio.

La sostituzione degli attuali corpi illuminanti al sodio ad alta pressione (temperatura colore  $\approx 2500$  °K) con corpi illuminanti a led (temperatura colore 3000 °K) consente un sensibile risparmio di energia (per riduzione potenza) oltre alla possibilità di luce adattiva alle diverse esigenze di illuminazione che rappresenta un ulteriore risparmio legato alla corretta gestione dell'impianto.

Uno studio condotto negli U.S.A. ha concluso che dal punto di vista del risparmio energetico, l'illuminazione a LED presenta le seguenti qualità:

- riduce i costi energetici utilizzando fino al 70% in meno di energia rispetto alle lampade a incandescenza, risparmiando sui costi operativi;
- riduce i costi di manutenzione;

- riduce i costi di raffreddamento.

I vantaggi che ne derivano sono molti; oltre ad avere una luminosità maggiore, i LED vengono alimentati a bassissima tensione riducendo di molto i consumi. Essi infatti sprecano meno energia producendo calore solo in minima parte.

La tecnologia LED non emana raggi ultravioletti dannosi per l'uomo e non attira la maggior parte delle specie di insetti sensibili a questa luce. Inoltre, grazie alla loro luce che non altera i colori, i materiali irradiati non vengono danneggiati o alterati.

Altro importante vantaggio nell'utilizzo di questa tecnologia risiede nella sua sostenibilità ambientale. Infatti, a differenza di altre tecnologie illuminanti, essi non hanno problemi di smaltimento in quanto non contengono materiali inquinanti, quali mercurio e alogenuri metallici.

La vita utile dei sistemi a LED varia dalle 50.000 ore alle 100.000 ore, ben superiore alle altre tecnologie e con costi di manutenzione stimati nell'ordine di un decimo rispetto agli impianti al sodio attualmente in uso.

La tecnologia LED permetterà un consistente risparmio energetico nell'ambito di impianti di illuminazione intelligente opportunamente progettati, installati e gestiti, e contribuirà in maniera significativa a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> a livello europeo garantendo così una migliore efficienza energetica.

I LED bianchi hanno già raggiunto un'efficienza energetica pari al 30-50%, con un'efficacia luminosa che va da 100 lm/W a 150 lm/W e un indice di resa cromatica (CRI) pari a 80.

Va ancora osservato che, accanto all'utilizzo delle nuove tipologie di lampade, gli "alimentatori intelligenti", al posto di quelli tradizionali elettromagnetici, consentono di ottenere ulteriori risparmi di energia con benefici riguardanti anche la durata delle lampade stesse.

Possiamo quindi affermare che, nell'ambito della pubblica illuminazione, le applicazioni LED offrono molteplici vantaggi, sia in termini economici (minori costi di manutenzione, minore costo energetico, possibile alimentazione con micro pannelli solari, etc.), sia in termini gestionali (maggiore affidabilità e maggiore durata).

L'illuminazione stradale richiede apparecchi molto performanti e adatti al singolo caso, gli apparecchi per illuminazione stradale devono soddisfare requisiti molto vincolanti dal punto di vista fotometrico. Il *flusso luminoso* prodotto deve essere indirizzato con precisione nelle direzioni ottimali per la visibilità sulla strada e deve essere schermato nelle direzioni che possono procurare fastidio ai conducenti.

Il controllo dinamico del livello di luminosità permette di mantenere al minimo richiesto la luce per aumentarne poi l'intensità quando è rilevata, da appositi sensori, la presenza o il movimento di auto o di persone. Ciò permette anche di migliorare la longevità dei dispositivi a LED che, comunque, come tutte le altre tipologie di sorgenti, andando incontro ad invecchiamento, tendono a diminuire il *flusso luminoso*. Allo stesso tempo, il controllo dinamico consente di controllare costantemente, ed eventualmente tamponare, questa diminuzione. Si deve, pertanto, considerare anche il risparmio associato alla minore necessità di manutenzione.

Il progetto è incentrato su questi punti qualificanti:

- ambiente
- qualità dell'illuminazione
- sicurezza
- innovazione

Per ciascuno di questi punti qualificanti si evidenzia:

a) ambiente:

- eliminare in massima parte l'inquinamento luminoso
- ridurre significativamente le emissioni nocive (ricordiamo che l'illuminazione è responsabile di circa il 20% dell'utilizzo di energia a livello globale e del 6% delle emissioni di gas serra)
- uniformare il livello e la tipologia della luce

b) qualità dell'illuminazione:

- adeguare gli impianti elettrici a servizio dell'illuminazione pubblica
- adeguare le sorgenti luminose dal punto di vista illuminotecnico
- uniformare livello e tipologia di luce

c) sicurezza:

- riduzione del rischio di contatto elettrico
- riduzione dell'incidenza di guasti
- servizio reso all'utenza

d) innovazione:

- flessibilità nell'utilizzo degli impiantisti
- informatizzazione e possibili servizi web

I sistemi di illuminazione a led con durata di vita compresa fra le 50.000 e le 100.000 ore sono quelli che permettono il migliore ritorno economico e taglio dei costi per l'illuminazione delle aree urbane. La tecnologia a led, inoltre, è risultata essere quella con minore bisogno di manutenzione: il tasso di rottura di un prodotto a led nell'arco di 6.000 ore è del 1%, da confrontarsi, ad es., con il 10% dell'illuminazione tradizionale.

Non va dimenticato che nell'ambito del risparmio energetico e pubblica illuminazione, lo sviluppo del modello “Smart Cities” è senza dubbio un obiettivo da perseguire: le città vengono riprogettate attraverso l'uso della rete e di nuove soluzioni digitali, consentendo di migliorare la vita nelle aree metropolitane, di ottenere un'efficienza energetica più spinta, mantenendo inalterata la sicurezza. In queste “nuove” città, gli impianti di illuminazione sono in grado di dialogare tra di loro al fine di ridurre i consumi, massimizzando l'efficienza.

I lampioni, in particolar modo, potranno variare autonomamente l'intensità luminosa in base alla programmazione permettendo di adattarsi alle varie condizioni di traffico, all'orario e alle condizioni di luminosità e meteorologiche come già avviene in molte parti del mondo.

Il “palo intelligente” è in grado di svolgere molte funzioni oltre alla pubblica illuminazione ad esempio fornire informazioni sul meteo, sul traffico, sul livello dei rifiuti nei cassonetti, sulla sicurezza in quanto si è portato l'intelligenza a bordo del palo; grazie ai nuovi sensori è possibile leggere i dati sul posto, selezionarli ed inviare in tempo reale l'informazione all'interessato del controllo e gestione anche di più servizi diversi

**Riqualifica: non solo un cambio di lampada**

La riqualifica dell'impianto di illuminazione pubblica comunale non è però da intendersi esclusivamente come un cambio lampada con il passaggio da lampade meno efficienti a lampade più performanti. Negli interventi di riqualifica sono coinvolte tutte le componenti dell'impianto; non solo i corpi illuminanti, ma anche le linee elettriche, i quadri elettrici, i sostegni e la gestione dell'impianto.

La messa a norma dell'impianto passa inevitabilmente dalla riqualifica dei suoi componenti per garantire non soltanto un alto grado di efficienza dell'impianto, ma anche alte prestazioni di sicurezza e durabilità.

Sui quadri esistenti sarà necessaria una modifica che consenta la presenza di tensione sulla linea dei corpi illuminanti così da poter rendere effettiva la possibilità di comando e regolazione del led.

### **Norme tecniche applicabili**

Le Norme tecniche e legislative applicabili all'illuminazione pubblica sono almeno le seguenti:

- Norma UNI 13201 – 2 “ Illuminazione stradale -Parte 2: Requisiti prestazionali
- Norma UNI 13201 – 3 “ Illuminazione stradale -Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- Norma UNI 13201 – 4 “ Illuminazione stradale -Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- Norma UNI 13201 – 2 “ Illuminazione stradale -Parte 5: indicatori delle prestazioni energetiche
- Norma UNI 11630 “Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”
- Norma UNI 11248 “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”
- UNI 10819 “Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”.
- UNI EN 40-2 “Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni “
- UNI 40-3-1 “Pali per illuminazione pubblica - Parte 3-1: Progettazione e verifica - Specifica dei carichi caratteristici”
- UNI 40-3-3 “Pali per illuminazione pubblica - Parte 3-3: Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo”
- UNI EN 40-5 “Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio “
- Nome CEI 64-8
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo Modalità di posa di cavi
- Norma CEI 23-116 - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 24: Prescrizioni particolari – Sistemi di tubi interrati
- Guida CEI 64-19 “Impianti elettrici per l'illuminazione esterna”
- Guida CEI 02 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- Decreto 27 settembre 2017 “Criteri Ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”.
- Decreto 28 marzo 2018 “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica.
- Norme tecniche per le costruzioni 2018 e circolare applicativa 2019.
- Codice della strada

### **I CAM**

I Criteri Ambientali Minimi sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi, volti ad individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

Sono definiti nell'ambito di quanto stabilito dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della Pubblica Amministrazione e vengono adottati con Decreto del Ministro dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare.

La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali ed i prodotti

ambientalmente preferibili producendo così un effetto leva sul mercato ed inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della Pubblica Amministrazione.

I CAM per l'illuminazione pubblica hanno richiesto l'innalzamento delle prestazioni di efficienza energetica oltre alla durata ed affidabilità degli impianti; si inseriscono in un quadro normativo europeo di cui sicurezza e risparmio energetico rappresentano gli elementi principali.

### **Gli obblighi normativi**

In Italia, l'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L. 221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante Criteri di Sostenibilità Energetica e Ambientale del D. Lgs. 50/2016 Codice degli Appalti (modificato dal D. Lgs. 56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.

Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma anche nella volontà di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili, "circolari" e diffondendo l'occupazione "verde".

Con il D.M. 28 Marzo 2018 sono stati approvati i nuovi Criteri Ambientali Minimi che le Amministrazioni Appaltanti dovranno inserire nei documenti di gara per l'affidamento del servizio di Illuminazione Pubblica.

### **Osservazioni per il progetto con "pali intelligenti" e lampade a Led**

Prima di entrare nel dettaglio degli interventi per la realizzazione di illuminazione intelligente sull'asse Biblioteca civica – Municipio di Alessandria – piazza della Libertà ,via dei Martiri, Via Milano, Via Vochieri, via Dossena, Piazza Gobetti, Ponte Meyer, via Pavia (Cittadella) sono necessarie alcune considerazioni di merito che inquadrano i limiti progettuali e le attività che possono essere svolte.

L'illuminazione pubblica del Comune di Alessandria è in parte "comunale" gestita con contratto CONSIP ed in parte di ENEL Sole pertanto diverse sono le tipologie di interventi in relazione alla tipologia di contratto, esercizio e manutenzione dell'illuminazione pubblica cittadina.

Per avere informazioni dettagliate ed attendibili sulla gestione e manutenzione degli impianti, dopo aver richiesto chiarimento ai tecnici comunali, abbiamo consultato ed incontrato il p.i. David Lavezzo dipendente di ENEL Sole.

Dall'incontro è emerso che:

- i tratti viari gestiti dal ENEL Sole **NON** possono essere oggetto di alcun intervento da parte di terzi ma sono ancora di esclusiva competenza dei tecnici di ENEL Sole
- i tratti comunali che possono essere oggetto di intervento necessitano comunque di un nuovo contatore per i servizi che si intendono implementare (e.g. Alimentazione telecamere) in quanto non possono essere derivate dalla stessa alimentazione esistente per la pubblica illuminazione perché gestiti con contratto diverso.
- Si potrebbero comunque utilizzare le tubazioni esistenti previa verifica della sezione dei corrugati esistenti
- Nella regione Piemonte la temperatura colore delle sorgenti luminose per illuminazione pubblica è stabilita in 3000 °K ( viene definita **temperatura di colore** la **temperatura** assoluta in gradi kelvin assunta da un corpo nero che emette una luce dello stesso **colore** della sorgente luminosa in esame; a temperature colore inferiori a 3300 °K i colori appaiono caldi mentre a temperature colore > 5300 °K i colori appaiono freddi, ad esempio normalmente si fa riferimento a 4000 °K che appartiene alla fascia intermedia (da 3300 a 5300 °K) e l'apparenza del colore è intermedia e definibile come neutra; dove vi sono ambienti con valori di

illuminamento bassi è bene utilizzare lampade che forniscano luce a tonalità calda anziché neutra o fredda).

- Piazza Vittorio Veneto (biblioteca) il perimetro in cui sono installati corpi illuminanti su sbracci a parete è tutto gestito da ENEL Sole e quindi non si può eseguire alcun intervento di adeguamento; sono però presenti in prossimità del fronte della biblioteca due “pali di arredo” gestiti con contratto CONSIP; via Tripoli e il tratto di via Parma in corrispondenza dell'Istituto Vivaldi è gestita da ENEL Sole
- Piazza della Libertà è tutta “comunale” e quindi può essere gestita con cambio proiettori da sodio a LED e pali intelligenti nel rispetto del contratto CONSIP (24 pali esterni con proiettori da 150 W al sodio e n. 4 pali interni al parcheggio con ciascuno 4 proiettori da 400W al sodio)
- via dei Martiri sono presenti pali da arredo con proiettori al sodio (ditta AEC di Firenze), sono sostituibili con lampade a LED in quanto di proprietà comunale, è comunque necessario un palo intelligente su piazza della Libertà ed uno sbraccio sull'incrocio tra via dei Martiri e via Milano per gestire entrambe le vie
- via Milano sono tutte lanterne al sodio (sbracci della ditta AEC di Firenze), sarà necessario uno sbraccio intelligente in corrispondenza di Piazzetta Santa Lucia ed uno in corrispondenza di Piazza Santo Stefano per poter gestire facilmente tutta via Milano, inoltre si dovranno sostituire le lampade esistenti con lampade a Led con scheda elettronica per illuminazione adattiva
- in via Vochieri (da piazzetta della Lega all'edificio della Camera di Commercio, edificio storico) l'illuminazione è con lanterne a parete con lampade al sodio alta pressione (sbracci della ditta AEC di Firenze), sarà necessario inserire uno sbraccio intelligente in corrispondenza dei cambi di rettilineità della strada (valutati n° 4 sbracci intelligenti) e sostituire le lampade esistenti con lampade a Led per illuminazione adattativa
- via Dossena, è stata recentemente ristrutturata si può prevedere un circuito e sensore per gestione dell'illuminazione adattiva
- Piazza Gobetti sono presenti due tipologie di pali: pali alti con lampade al sodio 400W e pali bassi con lampade a LED tutte di proprietà comunale. L'illuminazione della piazza presenta scarsa uniformità. Si prevede quindi la sostituzione dei pali esistenti, equipaggiati con lampade al sodio, installando pali a doppio sbraccio con lampade a LED. E' necessario installare pali intelligenti (Totem) per gestire e controllare via Dossena, il parcheggio di Piazza Gobetti ed il collegamento con via Pavia (lato Cittadella).
- Via Pavia dal ponte Meyer a parcheggio proprietà comunale con lampioni a LED e pertanto si prevede l'installazione di un palo intelligente che possa colloquiare con piazza Gobetti ed uno nel parcheggio di via Pavia per gestire i servizi in prossimità della Cittadella
- Con altra progettazione è prevista la realizzazione di pista ciclabile per il complesso della cittadella, il punto in comune per i due progetti è rappresentato dall'ingresso alla cittadella (verso ponte Meyer)

Gli interventi stimati per consentire la realizzazione dell'illuminazione con “pali intelligenti” sono sinteticamente indicati nel seguito.

Per meglio determinare le caratteristiche dei pali e delle apparecchiature che si intendono installare in funzione dei risultati prefissati, si procede ad individuare le caratteristiche dei componenti che si propongono per la realizzazione dell'impianto.

I pali intelligenti che potranno costituire la realizzazione dell'impianto con possibilità di illuminazione adattiva, wifi, telecamere ecc, potranno offrire ad un elevato numero di utenti l'opportunità di strutture energetiche sostenibili per illuminazione esterna pubblica che potrà essere integrata in multifunzionalità innovativa ed evoluta.

L'elettronica di controllo all'interno di ogni palo intelligente ha un circuito in grado di connettersi con le strutture gemelle, simili o integrate per poi inoltrare lo stato dei singoli punti di rete, concretizzando così la possibilità di gestione periferica e centralizzata, favorendo accensioni, spegnimenti, controlli di flusso oppure ricevere anomalie funzionali o statistiche. Sul palo potranno essere implementate, anche in tempi diversi, funzioni comunicative, funzioni di collegamento wifi, ecc. per realizzare la smart city.

Per connotare le scelte progettuali che porteranno al progetto esecutivo seguiamo il percorso dalla Biblioteca (piazza V. Veneto) fino al parcheggio di via Pavia (Cittadella) individuando quanto occorrente per ciascuno dei tratti percorsi.

In piazza V. Veneto si può sostituire uno dei due pali decorativi (verso via Tripoli) con un palo intelligente da 6 m di altezza sul quale si possono implementare:

- telecamera (controllo veicolare)
- wifi (hotspot)
- illuminazione adattiva (sbraccio e lampada dimmerabile)

Su via Parma su uno degli sbracci a parete in prossimità di via Tripoli

- telecamera
- wifi (ripetitore)
- illuminazione adattiva (lampada dimmerabile, controllo punto a punto)

In Piazza Della Libertà sono presenti n. 24 pali perimetrali con lampade al sodio da 150 W cadauna e n. 4 pali interni al parcheggio con n. 4 lampade la sodio cadauno, potenza 400 W per lampada, pertanto proponiamo:

- sostituzione dei pali e dei corpi illuminanti, i pali saranno muniti di sbraccio in modo da consentire un maggiore illuminamento sulle corsie stradali (gli sbracci avranno inclinazione inferiore a 5° rispetto all'orizzontale con armature stradali tipo cutt-off) mentre i pali all'interno del parcheggio saranno equipaggiati ancora con n° 4 apparecchi illuminanti cadauno, altezza massima palo 8 m, un solo palo intelligente per il controllo e comando degli altri tre. Sulle planimetrie allegate sono indicate le posizioni ed il numero dei pali che verranno installati. Il punto di consegna dell'energia elettrica rimane quello già esistente e funzionante con le eventuali modifiche previste nel computo metrico estimativo.

In via Dei Martiri sono installate lanterne al sodio della ditta AEC tipo Firenze che verranno sostituite con lampade a LED con opportuna interfaccia per la gestione dell'illuminazione adattativa. Non sono previsti altri interventi.

Anche in questo caso fare riferimento alle planimetrie allegate.

In via Milano in corrispondenza di Piazzetta Santa Lucia uno sbraccio a parete con doppia telecamera performante entrambe puntate su via Milano (in direzione opposta) oltre a wifi e illuminazione adattiva (lampada dimmerabile, controllo punto a punto). Le altre lanterne al sodio verranno sostituite, come per via Dei Martiri, con lanterne a Led e scheda elettronica di controllo per consentire il controllo della luce.

In via Vochieri nel tratto compreso tra piazzetta della Lega e camera di Commercio installazione di sbracci a parete (per il controllo alcuni saranno dotati di telecamera performante e illuminazione adattiva: lampada dimmerabile, controllo

punto a punto), sostituzione delle lampade esistenti con lampade a Led dimmerabili e comandabili punto a punto.

In via Dossena sono già presenti corpi illuminanti a LED su pali Guzzini, si prevede la verifica dei corpi illuminanti e, se necessario, l'installazione di scheda per gestire l'illuminazione adattativa.

In Piazza Gobetti sono presenti due filari di pali per illuminazione su via Toscanini, i più bassi sono già a LED mentre i pali per l'illuminazione della piazza sono con corpi illuminanti al sodio da 400 W; su via Fermi tre pali con lampade a LED. Si prevede di sostituire i pali in modo da dotarli di due sbracci per consentire illuminazione della piazza e delle vie adiacenti oltre ad inserire pali intelligenti, installare un palo centrale ed uno di fronte al semaforo del ponte Meyer per migliorare l'illuminazione del parcheggio, infine un palo per la "comunicazione" con la cittadella attraverso un ponte radio con frequenza elevata per evitare interferenze in modo da evitare cablaggi sul ponte Meyer. Dalle informazioni che abbiamo potuto acquisire dalla ditta che esegue le manutenzioni sull'impianto del ponte Meyer (ENEL Sole), sarebbe estremamente difficoltoso riuscire ad eseguire un cavidotto per il collegamento fisico all'interno ponte Meyer.

In via Pavia si prevede verifica dei pali esistenti con corpi illuminanti a LED ed installazione di scheda per illuminazione adattiva, installazione di:

- un palo intelligente h= 8 m verso ponte Meyer con:
- telecamera performante (controllo veicolare)
- wifi (hotspot) molto performante
- illuminazione adattiva (doppio sbraccio e lampada dimmerabile)

In via Verdi e via XXIV Maggio non è possibile alcun intervento in quanto sono attualmente gestite da ENEL Sole, si prevede quindi l'installazione di un palo intelligente in corrispondenza dell'ex ospedale militare che sarà disponibile anche per applicazioni future.

Per le alimentazioni sono presenti quadri elettrici in Piazza V. Veneto, Piazza Della Libertà (di fronte alle Poste), via dei Martiri è comandabile da piazzetta della Lega, via Milano è comandata da via Bissati, Piazza Gobetti ha un quadro elettrico su via Toscanini mentre su via Pavia c'è una cabina elettrica nel parcheggio.

In ogni quadro dovrà essere inserito un nuovo contatore di energia per l'alimentazione delle telecamere e degli altri sensori, ecc.

Per gli interventi previsti in Piazza libertà, Piazza Gobetti, Piazza S. Stefano e parte di via Pavia sono state previste opere edili per la formazione di cavidotti per la fibra ottica ed in parte per passaggio linee elettriche, tali opere riguardano tagli dell'asfalto, scavi e rinterri, rimozione delle fondazioni esistenti, formazione di nuove fondazioni e pozzetti per il collegamento dei pali intelligenti, stesa di asfalto a copertura del rinterro. Per la sostituzione dei pali si è prevista la rimozione dei pali esistenti con trasporto e smaltimento alle PP.DD.

Dal punto di vista impiantistico si sono considerate la stesura dei nuovi cavi di alimentazione delle apparecchiature installate per l'illuminazione intelligente e per la sicurezza, il collegamento dei componenti presenti sul palo e le verifiche funzionali del sistema

Su richiesta dell'Amministrazione si completa l'illuminazione pubblica della piazza della Libertà con l'illuminazione delle



facciate dei palazzi storici utilizzando sempre proiettori a LED RGB da 133 W cadauno montati su palo. E' prevista anche la possibilità di una gestione della scena con variazione dei colori.

La gestione di questa illuminazione sarà indipendente dalla restante illuminazione pubblica.

### **Generalità sul progetto illuminotecnico**

Il progetto qui riportato si riferisce al nuovo impianto di illuminazione della Piazza della Libertà e del parcheggio della piazza stessa, analoghe considerazioni sono riferibili a piazza Gobetti.

Come già osservato, allo stato attuale sono presenti pali di illuminazione pubblica con proiettori al sodio alta pressione da 150 W; i pali sono disposti sulla periferia del camminamento (marciapiede della piazza) che separa la piazza dall'anello viabile adiacente mentre il parcheggio è illuminato da quattro pali con quattro proiettori da 400 W cadauno (al sodio alta pressione).

I pali non hanno sbraccio e la periferia della piazza è alberata: ciò crea difficoltà nella illuminazione pubblica della strada (anello viabile) adiacente la piazza.

Pertanto è stato deciso di sostituire sia i corpi illuminanti che i pali scegliendo per questi ultimi, sbracci che consentano di "proiettare" la luce in modo da poter meglio illuminare la strada.

La progettazione tiene conto della necessità di rimuovere l'esistente e realizzare ex novo l'impianto di illuminazione con proiettori a Led e pali intelligenti mentre si potranno utilizzare, se e per quanto possibile, i cavidotti ed i quadri elettrici esistenti.

La strada circostante la piazza è in ambito urbano, commerciale con traffico veicolare con limite di velocità di 30 km/h e pedonale, la lunghezza del tracciato è di circa 100 m con marciapiede largo 2,50 m su entrambi i bordi della strada.

L'alimentazione è derivata da un quadro posizionato di fronte al palazzo delle Poste e comprende tre linee di alimentazione con protezione unipolare su ciascuna fase con magnetotermico da 16 A ed una protezione generale magnetotermica differenziale  $I_n = 32\text{ A}$   $I_{dn} = 0,3\text{ A}$ ; cavo sezione 6 mm<sup>2</sup> esistente, neutro protetto dall'interruttore generale ma diretto per gli altri utilizzi.

Si assume come regola dell'arte il rispetto delle Norme UNI e CEI applicabili.

Con riferimento alla Norma UNI 11248 ed UNI 11630, si identifica la categoria illuminotecnica di progetto conoscendo i seguenti parametri:

- la classe della strada nella zona di studio
- la geometria della zona di studio
- l'utilizzazione della zona di studio
- le condizioni e la tipologia di traffico nella zona di studio
- l'influenza dell'ambiente circostante

I termini e le definizioni che verranno utilizzati sono quelli riportati nella Norma UNI 11248, si richiamano in particolare le seguenti:

- categoria illuminotecnica : condizioni di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio (ci riferiamo ai requisiti normativi (UNI EN 13201-2)
- categoria illuminotecnica di ingresso: categoria illuminotecnica necessaria ai fini dell'analisi dei rischi determinata considerando esclusivamente la classificazione delle strade
- categoria illuminotecnica di progetto: categoria illuminotecnica ricavata modificando la categoria illuminotecnica di ingresso in base al valore dei parametri di influenza individuati nell'analisi dei rischi e considerati

costanti nel tempo

- categoria illuminotecnica di esercizio: descrive l'illuminazione prodotta da un impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa
- parametro di influenza: parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica
- parametro di influenza costanti nel lungo periodo sono quelli per i quali non si prevedono variazioni significative durante la vita presunta dell'impianto o per una ragionevole parte di essa
- parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale parametri per i quali si prevedono variazioni significative nel tempo, per esempio durante la notte, la settimana, le stagioni
- zona di studio: parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione che presenta condizioni di traffico omogenee
- zona di conflitto: zona della strada nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano tra loro o si sovrappongono con zone frequentate da tipi di utenti diversi (svincoli, intersezioni, zone con presenza di flussi di traffico diversi come ad esempio pedoni e veicoli o ciclisti).

### **Categoria illuminotecnica e scelta della geometria dell'installazione**

#### **Categoria illuminotecnica di ingresso**

Utilizzando il Prospetto 1 della UNI 11248 "Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi" si individua il tipo di strada "F" Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30 in cui il limite di velocità è di 30 km/h e la categoria illuminotecnica di ingresso è C3/P1

Con riferimento alla UNI 11248, si individuano le categorie illuminotecniche di progetto considerando il tratto stradale omogeneo e quindi una zona di studio (strada rettilinea) compresa tra due incroci ed una seconda zona di studio in cui è presente un incrocio e che, data la tipologia di strada considerata, saranno categoria C e P basate cioè sull'illuminamento delle superfici stradali (strada con velocità di marcia inferiori a 30 km/h), non si considerano categorie complementari.

Con riferimento alla norma UNI 13201-2 la categoria illuminotecnica di progetto è C3 per la carreggiata stradale e P1 per i marciapiedi; sono previsti i seguenti requisiti fotometrici:

Categoria C3:

- illuminamento medio minimo mantenuto  $E = 15 \text{ lx}$
- uniformità generale minima  $U_0 = 0,4$

poiché  $U_0$  è il rapporto tra il valore di illuminamento più basso ed il valore medio, il minimo valore di illuminamento richiesto sulla strada è di 6 lx

Categoria P1:

- illuminamento medio minimo mantenuto  $E = 15 \text{ lx}$
- illuminamento minimo mantenuto  $E_{\min} = 3 \text{ lx}$

In conformità con le prescrizioni della Regione Piemonte, si scelgono apparecchi di illuminazione a LED con temperatura colore di 3500 °K che saranno installati su pali con sbraccio.

### **Analisi dei rischi**

Con riferimento al capitolo 8 della Norma UNI 11248, si valutano i parametri di influenza per individuare le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti minimizzando i consumi energetici ed i costi di installazione e gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

A seguito dei numerosi sopralluoghi effettuati e di uno studio preliminare del rischio utilizzando il metodo FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) si individua una analisi quantitativa delle probabilità di evento con probabilità D bassa, frequenza F improbabile, conseguenza C bassa per cui dalla matrice dei rischi si ricava un rischio basso.

Inoltre i parametri a cui si è fatto riferimento sono quello della Norma UNI 11248 e della Legge Regione Piemonte del 9 febbraio 2018 n. 3 "Modifiche alle disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" oltre alle Norme UNI della serie UNI EN 13201 e

Decreto 28 marzo 2018 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica.

In merito alle indicazioni sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso riportate nel prospetto 2 e nel prospetto 3 della UNI EN 11248 si osserva quanto segue:

- prospetto 2 riduzione massima della categoria illuminotecnica "0"
- prospetto 3 riduzione massima della categoria illuminotecnica "0"

il decremento massimo per la categoria illuminotecnica di esercizio a partire dalla categoria illuminotecnica di progetto, secondo quanto indicato nel prospetto 4 della UNI EN 11248, sarà di tre categorie in quanto si tratta di impianti adattivi FAI.

In definitiva quindi si assume come categoria illuminotecnica di ingresso la categoria C3, categoria di progetto la categoria C3 che potrà essere ridotta nel periodo notturno o di scarso traffico in quanto si utilizza un impianto adattivo FAI.

### **Geometria dell'installazione**

In merito alla geometria dell'installazione si individuano le grandezze geometriche caratteristiche dell'impianto di illuminazione stradale:

- *disposizione* dei centri luminosi che dipende dalla larghezza della carreggiata e dal tracciato della strada, nel caso in esame si considera la disposizione unilaterale
- *sporgenza* dei centri luminosi sulla carreggiata, la loro posizione ha influenza diretta sull'uniformità dell'illuminamento e sul coefficiente di utilizzazione dell'apparecchio, si sceglie un apparecchio di illuminazione che possa essere montato su sbraccio con sporgenza  $s > 0$
- *altezza* dei centri luminosi è in funzione della disposizione e sporgenza dei centri luminosi e della larghezza della carreggiata; nella disposizione unilaterale  $H = (1 \div 1,2) L$  essendo " $L$ " la distanza tra la verticale dell'apparecchio di illuminazione ed il limite opposto della carreggiata, nel caso in esame si assume  $L = 6$  m in quanto i pali saranno installati in prossimità dell'alberatura attorno alla piazza.
- *inclinazione degli apparecchi* di illuminazione rispetto al piano della carreggiata, si sceglie un angolo di inclinazione  $= 0$  per limitare l'emissione verso l'alto del flusso luminoso (inquinamento luminoso).
- *distanza* tra centri luminosi che è funzione del tipo di apparecchio di illuminazione e dell'altezza del centro luminoso sulla superficie stradale. Con riferimento alla legge regione Piemonte 9 febbraio 2018 n. 3 Allegato A

“Requisiti e criteri tecnici” si assume come rapporto  $d/H = 3,7$  (valido per apparecchi cut-off)

per cui la distanza massima tra i centri luminosi sarà di 26,60 m (salvo disposizioni diverse dettate dagli spazi a disposizione per l'installazione).

Per quanto riguarda i pali si sono scelti pali in acciaio di due diverse tipologie per le differenti destinazioni previste e destinate all'uso per smart cities, la configurazione di palo intelligente più complessa che potremo chiamare Totem è in grado di ospitare tutte le tecnologie proprie della smart cities mentre la più semplice solo alcune di esse.

In dettaglio avremo il Totem studiato per integrare, tramite configurazioni differenti e personalizzate, una vasta gamma di dispositivi in un'unica soluzione:

- sistemi illuminotecnici;
- ricarica per auto o bici elettriche,
- telecomunicazioni,
- videosorveglianza intelligente,
- dispositivi IoT,
- eventuali altri servizi progettati in base alle specifiche esigenze del contesto di intervento.

Nel caso in esame, in ottemperanza all'incarico ricevuto ed alle successive informazioni ottenute dai funzionari delle Regione Piemonte e dal RUP dell'Appalto, il palo sarà utilizzato per sistemi illuminotecnici, le altre funzioni e servizi potranno poi essere comunque facilmente integrati sulla struttura in tempi successivi.

Il palo scelto ha un innovativo disegno strutturale cavo all'interno, pensato per ospitare i dispositivi citati, rendendoli invisibili dall'esterno e pertanto protetti dalle intemperie e dagli atti vandalici, posizionabili ad altezze diverse in base alle esigenze di servizio richieste. La struttura è modulare.

Le superfici esterne di base sono pannellabili con elementi metallici di facile esplorazione previo superamento dei sistemi di sicurezza posti a garanzia della non manomettibilità del sistema.

La struttura in acciaio da costruzione, zincato e verniciato, con design prismatico a base quadrata e integrata con pannellatura fotovoltaica verticale, consente di ottenere standard di efficienza e resistenza costanti, abbinati ad un'estetica moderna e conforme ai seguenti standard:

- Marchio CE per i componenti dell'impianto
- Norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici
- Norme UNI/ISO per la parte meccanico/strutturale

La struttura deve essere progettata nel rispetto delle normative vigenti in tema di strutture per telecomunicazioni e conseguentemente come palo per la pubblica illuminazione o altri servizi:

D.M. 17/01/2018 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”

CNR-DT207/2008 “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”

UNI EN 40-5:2003 “Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio”

UNI EN 40-3-1:2013 “Pali per illuminazione pubblica - Parte 3-1: Progettazione e verifica - Specifica dei carichi caratteristici”

EN 1993-1-1 “Progettazione delle strutture in acciaio”

La struttura, modulare, è composta da moduli di differenti dimensioni in altezza e dimensioni di base, personalizzabili per raggiungere varie configurazioni d'altezza. La struttura è cava all'interno, per ospitare i dispositivi, rendendoli invisibili dall'esterno e pertanto protetti dalle intemperie e dagli atti vandalici, posizionabili ad altezze diverse in base alle esigenze di servizio richieste.

La superficie esterne di base è a pannelli con elementi metallici di facile esplorazione, in modo non dissimile dai pali della luce ad oggi in uso.

La struttura è costituita da una composizione di moduli pre-assemblati modulari.

I moduli pre-assemblati si suddividono in tre tipologie:

- Modulo di base
- Moduli di prolunga e staffe (per lampada, telecamera, ecc.)
- Eventuali sbracci e modulo fotovoltaico (di elevazione)
- Cappello

Il modulo di base ed il modulo prolunga così come l'eventuale fotovoltaico sono composti da una lamiera opportunamente sagomata e da piastre di collegamento e irrigidimento.

Il modulo cappello presenta una struttura in lamiera o policarbonato autoportante, e viene predisposto per l'aggancio delle lampade (o bracci lampada) oltre che per l'installazione di telecamere ed altri dispositivi.

I lati della struttura sono predisposti con asole a diverse altezze che fungono da protezione e passaggio per i cablaggi interni, sia per la parte di potenza che per quella di connettività.

A seconda della tipologia di modulo può variare anche la copertura esterna, con lamiere di acciaio incernierate nel caso del modulo di base, con pannellatura fotovoltaica nel caso di modulo fotovoltaico.

All'interno dei moduli sono predisposti fissaggi e scatole per il contenimento dei dispositivi interni al fine garantire maggior protezione ed isolamento.

I dati esatti di ogni modulo possono variare a seconda di specifiche richieste o configurazioni.

**Installazione:** L'installazione è simile a quella di una normale struttura paliforme. L'area di base sulla quale il palo poggia a terra è di alcuni cm<sup>2</sup> e l'ancoraggio può essere adeguatamente realizzato su plinto in cemento armato generico, o su specifico plinto di fondazione dotato di predisposizione per ancoraggio chimico o gabbia affogata con tiranti in acciaio. L'installazione della struttura Totem quindi comporta la predisposizione di una adeguata fondazione, capace di resistere alle sollecitazioni proprie della struttura, specialmente sotto l'azione del vento che è preponderante in questo tipo di strutture.

Trattandosi di struttura modulare vengono agevolati il trasporto (i moduli più alti sono da 1,5 m), il carico e lo scarico e la messa in opera. Di ciò si è tenuto conto nella scelta anche in funzione della successiva manutenzione e facilità di implementazione di altre apparecchiature su palo.

La struttura può essere anche progettata per generare energia localmente: ciò è reso possibile grazie all'integrazione di un impianto fotovoltaico verticale, in grado di sfruttare la superficie disponibile sui 3 lati, con varie tecnologie fotovoltaiche e potenza configurabile in base all'altezza (standard su 8 m – 900 Wp = 9 pannelli a partire da circa 2,5 m da terra).

I collegamenti tra tutti i vari componenti del sistema sarà fatto attraverso cavi ethernet CAT6 per avere migliori performance e minore sensibilità ai disturbi esterni rispetto a soluzioni wireless.

**Ottimizzazione lampada led:** Il palo può integrare lampade Led di diverse tipologie e potenze, a seconda delle

necessità. L'alta efficienza luminosa dei dispositivi (>140 lm/watt) ed il funzionamento in corrente continua assicurano alte prestazioni ed ulteriore efficienza nei consumi. Tipicamente, su Totem standard da 6-8 mt per illuminazione stradale, vengono installate lampade Led da 60-90W con 140 lm/watt di efficienza luminosa con fotocellula Daylight sensor control e 10 KV Surge Protection. La protezione contro le sovratensioni è molto importante per i componenti elettronici presenti nella realizzazione della smart city.

La soluzione considerata è dotata di un sistema intelligente, in grado di effettuare un'ottimizzazione locale del led, di ricevere informazioni da remoto per il dimming degli apparecchi, nonché di rilevare eventuali malfunzionamenti e segnalarli, per velocizzare interventi di manutenzione.

La soluzione Smart Street Lighting è formata da dispositivi Led Driver Radio Control (LDRC), per semplicità Nodi, che vanno installati su ogni singolo lampione. Un concentratore di dati GATEWAY, permette di raccogliere le informazioni da più nodi e sensori, comunicando e inviando in rete i dati alla piattaforma software. La soluzione di integrare il modulo radio all'interno dello stesso led driver facilita l'installazione e ottimizza gli spazi all'interno del corpo lampada. La soluzione integrata non esclude la possibilità di fornire Nodi di controlli diversi, controlli separati dal led driver, mantenendo le stesse funzionalità del LDRC. Il dispositivo GATEWAY ha possibilità di comunicare anche in power line communication.

Le funzionalità che il sistema illuminazione proposto è in grado di garantire sono:

1. Accensione/spegnimento della luce
2. Dimmeraggio della luce
3. Scenari predefiniti automatizzati per un'illuminazione ottimizzata
4. Controllo in tempo reale e da remoto

Il sistema è realizzato utilizzando componenti certificati. Il modulo di base della struttura e i contenitori interni per devices sensibili sono realizzati per garantire la necessaria conformità di resistenza agli agenti atmosferici IP $\geq$  65. La base del palo ed i contenitori interi per devices sensibili sono conformi anche alla classificazione di resistenza agli impatti IK 08/09.

Si utilizzeranno sbracci di dimensione massima 1,5 m, in tal modo il rapporto tra lo sbraccio e l'altezza nominale del palo H non è superiore ad  $\frac{1}{4}$ .

I pali saranno conformi alle Norme UNI 40-2 e UNI 40-5 sia per la posizione di entrata cavi sia per le dimensioni dei codoli di fissaggio dell'apparecchio di illuminazione.

L'apparecchio di illuminazione è di classe II, di categoria di intensità luminosa G\*4 (cut-off) grado di protezione del gruppo ottico IP66.

La durata di vita attesa della parte strutturale del sistema è di almeno 20 anni.

#### **Dimensionamento illuminotecnico**

Il flusso luminoso necessario per ottenere un illuminamento medio di 20 lx (considerando tale valore, per semplicità di calcolo, sia per la carreggiata stradale che per i marciapiedi) si ottiene applicando il metodo di calcolo del flusso totale con la relazione:

$$\varphi = (E_m L d) / K D_1 D_2$$

essendo  $L = (6 + 2,5) = 8,5$  m

$d = 21$  m (distanza media tra due centri luminosi)

$D_1 = 0,9$  coefficiente di decadimento della lampada per lampade a LED =  $L_x$  (durata di vita media utile dell'apparecchio scelto)/100

$D_2 = 0,9$  coefficiente di manutenzione dell'apparecchio, considerando che è installato all'aperto in atmosfera relativamente pulita

$K = 0,66$  fattore di utilizzazione ricavato dal diagramma fornito dal costruttore dell'apparecchio di illuminazione (= 0,49 per la carreggiata)

nel caso in esame quindi il flusso luminoso che deve essere fornito dalla lampada vale:

$$\phi = (20 * 8,5 * 21) / (0,66 * 0,9 * 0,9) = 6.678 \text{ lm}$$

la lampada a led scelta ha un flusso totale di 7'800 lm – 60 W

pertanto l'illuminamento medio (strada + marciapiede) vale:

$$E_m = (\phi * D_1 * D_2 * K) / (L * d) = (7'800 * 0,9 * 0,9 * 0,66) / (8,5 * 21) = 23,36 \text{ lx}$$

mentre sulla carreggiata  $k = 0,49 - L = 6 \text{ m} - L/H = 1$ :  $E_m = (7800 * 0,9 * 0,9 * 0,49) / (6 * 21) = 24,57 \text{ lx}$

Risultati analoghi sono stati ottenuti utilizzando un software di calcolo illuminotecnico.

### *Illuminazione del parcheggio*

Si installeranno n. 4 pali H=8 m con 4 proiettori cadauno da 60 W, un palo fungerà da Totem e gli altri saranno slave.

### **Condutture – sezione dei cavi**

La linea di distribuzione ai centri luminosi è esistente, alimentazione trifase con neutro, in cavi unipolari tipo FG7 interrati in apposite tubazioni.

La sezione dei conduttori è 6 mm<sup>2</sup> come risulta dallo schema elettrico che è inserito nel quadro Comune n° 10640 installato in posizione quasi antistante gli uffici della posta centrale.

Le linee servivano per alimentare l'illuminazione pubblica esistente con apparecchiature al sodio alta pressione da 150 W che verranno ora sostituite da apparecchiature LED da 60 W.

La riduzione di potenza è quindi pari a  $60/150 = 0,4$  ovvero circa 60% con  $\cos\phi \leq 0,95$ , pertanto si deduce che la linea esistente, se riutilizzabile, presenterà minore caduta di tensione rispetto all'esistente mentre la portata è sicuramente sufficiente per alimentare le nuove utenze. Anche la potenza complessiva viene ridotta della stessa percentuale e quindi sia la protezione che la linea generale sono sicuramente riutilizzabili per l'intero carico dell'impianto.

Va tuttavia considerato che la necessità di alimentare nuove apparecchiature (e.g. Telecamere e sistemi di regolazione del flusso luminoso) obbliga il Comune a richiedere all'ENEL una nuova fornitura seppure di potenza modesta in quanto sulla linea di illuminazione pubblica non si possono installare utilizzatori diversi dagli apparecchi di illuminazione (rif. D.M. 28 marzo 2018 carichi esogeni di tipo elettrico) in quanto utilizzano tariffe diverse da quella della pubblica illuminazione.

Il cavo di derivazione dalla linea di alimentazione alla morsettiera posta a base palo sarà unipolare FG7R 0,6/1 kV, sezione 1,5 mm<sup>2</sup> portata  $I_z = 21 \text{ A}$ .

Sono previsti anche apparecchi di protezione per ciascun palo.

Il cavo dalla morsettiera alla lampada è bipolare tipo FG7OR 0,6/1 kV, sezione 2x1,5 mm<sup>2</sup> portata  $I_z = 21 \text{ A}$ .

Alla base del palo ed ad ogni cambio di direzione si installa un pozzetto di dimensioni interne minime 40x40 cm con chiusino in ghisa ed utilizzato per le giunzioni cavi e le derivazioni alle morsettiere del palo.

### **Protezioni**

Contro i contatti diretti si utilizzano componenti in classe II.

Contro le sovracorrenti: la linea trifase è protetta con tre interruttori magnetotermici unipolari posti sul quadro di comando e già esistenti, corrente nominale 16A.

La derivazione monofase alla lampada è protetta da fusibile sulla morsettiera oppure da apparecchio di protezione mentre il cavo di derivazione alla morsettiera  $S=1,5 \text{ mm}^2$  è protetto dagli interruttori di linea di cui sopra.

L'interruttore di protezione da 16 A garantisce la protezione della linea da sovraccarico e consente di non procedere alla verifica della protezione contro il corto circuito a fondo linea, non è soggetto a scatti intempestivi all'accensione delle lampade in quanto la  $I_n$  è superiore di circa sei volte la corrente di impiego del circuito.

E' prevista la protezione contro le scariche atmosferiche per ciascun palo.

### **Quadro elettrico**

Il quadro elettrico siglato Comune 10640 ha struttura e contenitore in resina ed è dimensionato per l'impianto di illuminazione esistente, può essere riutilizzato anche per l'impianto in progetto come si può constatare dallo schema elettrico all'interno del quadro e si potrà verificare anche in sede di esecuzione.

Il sezionamento del circuito è effettuato con interruttore magnetotermico differenziale  $I_n=32 \text{ A}$   $I_{dn}=0,3 \text{ A}$  posto a monte.

Sulle tre linee in partenza sono installati interruttori magnetotermici unipolari per la protezione di ciascuna linea.

Come già osservato, un ragionamento analogo può essere fatto per piazza Gobetti con la sola avvertenza che è necessaria l'installazione di un palo in grado di comunicare tramite ponte radio con l'omologo da installare dalla parte opposta del ponte Meyer verso l'ingresso alla Cittadella.

Alla presente relazione sono allegati i calcoli illuminotecnici relativi a piazza della Libertà e piazza Gobetti.

### **CONTROL ROOM SISTEMA DI GESTIONE**

Le forniture e le opere previste comprendono la control room per la gestione DALI. Si prevede di installare all'interno di quadri appositamente dedicati in Piazza della Libertà, Piazza Gobetti, via Bissati e Piazzetta della Lega PLC completi di conta energia e dotati delle licenze necessarie al funzionamento, alimentatori 24 V DC, gateway Dali multi master, configurazione e messa in servizio, sensori di presenza/luminosità Dali, PC per control room di adeguate prestazioni per la gestione dell'impianto.

Ogni PLC è dotato di licenza di gestione remota e licenza per il controllo dei consumi. Per ogni quadro sono conteggiati n. 2 moduli DALI. Ogni gateway può gestire 64 dispositivi per un massimo di 16 accensioni.

Sono stati previsti un sensore di presenza/luminosità DALI per ogni palo, il numero può anche essere modificato in base alle esigenze ed alle performance che l'impianto deve avere (più sensori ci sono e maggiore risulta essere il controllo).

Si intende che deve essere compresa la licenza di impianto per almeno un anno per mantenere attivo ed aggiornato il servizio ed un corso di formazione per utilizzo della piattaforma di gestione. L'intero sistema andrà preventivamente valutato e discusso con il responsabile della gestione informatica del Comune di Alessandria e, solo dopo aver ottenuto l'approvazione sia dell'hardware che del software, si potrà procedere all'installazione, collegamenti e messa in funzione.

### **STIMA DEL RISPARMIO ENERGETICO**



Il Comune di Alessandria non dispone di un censimento dei corpi illuminanti sul territorio ma solo di un elenco dei consumi (peraltro riferiti all'anno 2018) diviso per tipologia di apparecchio illuminante. In particolare sono stati individuati 1352 corpi illuminanti a vapori di sodio della potenza di 150 W per una potenza totale di 233'896 W che hanno consumato una energia pari a 982'363 kWh e n° 791 vapori di sodio 70 W per una potenza totale di 65'938 W ed un consumo di 276'93959'724 kWh consumati nel 2018 a 25 kWh.

Per una stima dei consumi e del risparmio energetico ed economico conseguibile abbiamo considerato che verranno sostituiti n° 91 corpi illuminanti da 150 W vapori di sodio potenza totale  $P=13'650$  W e n° 8 corpi illuminanti da 70 W vapori di sodio per una potenza di 560 W tutti con apparecchi LED di cui n° 82 di potenza 60 W e n° 18 da 90 W .

Pertanto considerando una proporzione sulle potenze e consumi contabilizzati nel 2018 avremo:

Potenza totale corpi illuminanti sodio alta pressione sostituiti da 150 W  $P=13'650$  W pari al 5,84% del totale sul territorio comunale

Potenza totale corpi illuminanti sodio alta pressione da 70 W  $P=560$  W pari al 0,85% del totale sul territorio comunale.

Con l'installazione dei nuovi corpi illuminanti la potenza complessiva scende dal totale di  $(13'650+560)=14'210$  W alla potenza complessiva di 6'540 W ovvero il 46,02% della precedente (risparmio del 53,98%).

Analogo ragionamento può essere fatto per l'energia consumata che verrà quindi ridotta da 59'724 kWh nel 2018 a 32'239 kWh consumata ad impianto terminato.