

## RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E RISPARMIO ENERGETICO

### 1\_Premessa

Le proposte di riqualificazione di carattere normativo ed energetico, nascono dalla necessità di rendere gli impianti di pubblica illuminazione di pertinenza del Comune di Pozzoleone rispondenti alle specifiche normative ed alla reale opportunità di realizzare delle economie.

Gli obiettivi considerati nella fase di approccio alle problematiche evidenziate dai sopralluoghi effettuati sull'impianto esistente pongono la massima attenzione a differenti aspetti, tra i quali i più importanti sono:

- ✚ Razionalizzazione dei consumi energetici dell'impianto;
- ✚ Ottenimento dei valori di luminanza ed illuminamento previsti dalla norma UNI 11248, UNI EN 13201/2- 3- 4 in relazione alla classificazione illuminotecnica delle strade;
- ✚ Miglioramento del comfort visivo;
- ✚ Aumento della resa cromatica e della percezione dei colori naturali nelle ore notturne;
- ✚ Maggiore sicurezza e vivibilità delle strade;
- ✚ Risoluzione delle criticità elettriche;
- ✚ Risoluzione delle criticità strutturali;
- ✚ Risoluzione delle criticità tipologiche, scaturite dalle potenzialità energetiche derivanti dallo stato di fatto.

## 2\_Definizioni sulle sorgenti luminose e caratteristiche delle sorgenti luminose dotate di tecnologia a LED

Le sorgenti luminose maggiormente diffuse negli impianti di illuminazione pubblica sono quelle ai vapori di mercurio in seguito VM (in corso di eliminazione) e al sodio ad alta pressione in seguito SAP (Normal SAP anche esse in corso di eliminazione). In particolari casi, come l'illuminazione di monumenti, sono impiegati anche altri tipi di lampade, come ad esempio quelle a vapore di alogenuri metallici, in seguito JM, che consentono di migliorare notevolmente la resa cromatica. Infine, per alcune utenze particolari, con manutenzione difficile e costosa, possono essere utilizzate lampade ad induzione con acronimo IND, caratterizzate da una vita media di funzionamento di circa 60.000 ore, accensione immediata ma con costi notevolmente alti per l'acquisto.

Da alcuni anni sono presenti sul mercato e presentano fortissimi elementi innovativi di interesse le sorgenti luminose dotate di chip light emitting diode (diodo ad emissione luminosa) ossia lampade chiamate comunemente con l'acronimo di LED. Il colore della luce utilizzata per l'illuminazione pubblica stradale è bianco, simile all'emissione dei tubi fluorescenti, con differenti tonalità. L'efficienza luminosa, inizialmente bassa, è andata via via incrementando e attualmente ha superato i 100 lm/W, con ulteriore prospettiva di crescita. La vita utile è elevata (superiore a 60.000 ore).

*(La vicenda dei LED – anche se il fenomeno di elettroluminescenza fu scoperto nel 1907 dallo scienziato inglese Henry Round, fu nel 1962 che il fisico americano Nik Holonyak introdusse la prima luce LED visibile mentre lavorava alla General Electric. Si trattava di un LED rosso a base di arseniuro di gallio e fosforo (GaAsP). Grazie alla dimensione minuscola i LED avevano abbastanza intensità luminosa e durata di vita da essere utilizzati nei display di calcolatrici tascabili e orologi digitali durante la prima metà degli anni '70. Nel corso degli anni, la tecnologia è avanzata dal colore rosso, passando per l'arancione, giallo e verde. Nel 1991, la svolta. Il chimico giapponese Shuji Nakamura inventa il primo LED ad alta intensità blu basato su nitrato di gallio (GaN). Era quello che mancava per lo sviluppo del LED bianco visto che la luce blu poteva essere convertita in bianco utilizzando un rivestimento di fosforo. L'evoluzione e l'efficienza di questa tecnologia oggi è nota a tutti dai monitor LCD, ad applicazioni consumer mobili come telefoni*

cellulari, fotocamere digitali, lettori MP3 e televisori. I LED stanno diventando lo standard nell'illuminazione esterna ed interna grazie alla tonalità, temperatura del colore e luminosità possono essere controllati liberamente, producendo non solo una precisa luce bianca, ma anche una vivida gamma di tonalità sfaccettate adatte a ogni occasione.)

Le principali caratteristiche dei LED sono:	Le principali applicazioni sono:
- Lunga durata di vita	- Illuminazione pubblica
- Funzionamento a basso voltaggio	- Illuminazione di nicchie
- Mancanza di manutenzione	- Illuminazione di piani di lavoro
- Piccole dimensioni	- Illuminazione di vetrine e armadi
- Notevole robustezza	- Illuminazione di musei
- Alta affidabilità anche alle basse temperature	
- Colori brillanti e saturi	
- Assenza di emissioni ultraviolette e infrarosse	

La scelta delle sorgenti luminose per l'illuminazione esterna o pubblica illuminazione era indirizzata sino a qualche tempo fa sull'impiego delle sole lampade a scarica, mentre oggi con l'evoluzione tecnologica del LED il mercato sta virando verso questa soluzione maggiormente efficiente.

Occorre rilevare che oltre all'efficienza, le differenze tra le lampade a scarica e quelle a led sono caratterizzate anche dal fatto che le lampade a scarica hanno bisogno di un tempo di riscaldamento che consente loro di raggiungere la massima luminosità: necessitano per il funzionamento dei cosiddetti "ausiliari elettrici" che stabilizzano e innescano la scarica; mentre le lampade a LED oltre ad avere un unico dispositivo di accensione chiamato comunemente "driver di alimentazione" completamente elettronico non richiedono alcun tempo di riscaldamento e la loro accensione è immediata (totalmente priva di mercurio).

## LAMPADE A SCARICA



**LED**



IND



SAP



JM



VM

Si rappresentano le immagini delle lampade relazionate (fig. VM; fig. JM; fig.SAP; fig.IND; fig.LED)

Il modulo LED rappresentato in foto è uno dei componenti del sistema brevettato da Selettra, denominato Multi Led Street d'ora in avanti anche "MLS". Esso può essere rapportato ad una normale lampada a scarica, per potenza, dimensioni e praticità di sostituzione. Infatti la "lampada LED" del sistema "MLS" ha una potenza che varia dai 10 a 20W è molto leggera e maneggevole (dimensioni 22 cm x 5 cm x 3 cm); è alloggiabile su qualsiasi supporto con fissaggio su binario o a vite; l'alimentazione è garantita da un spinetta di connessione. . In alternativa al sistema "MLS" è possibile utilizzarne uno analogo.

Pag. 4

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche delle sorgenti luminose:

**INDICE DI RESA CROMATICA (Ra):** *come tutti sappiamo la luce naturale non è un colore unico. Con l'Ra si vuole caratterizzare, con un unico valore, una sorgente luminosa relativamente a una gamma di colori standardizzati. Le sigle "Ra" o "IRC" rappresentano un parametro che quantifica, in una scala da 0 a 100, la capacità di una sorgente luminosa di rendere fedelmente i colori reali: il miglior punteggio sarà pari a 100, cioè in caso di perfetta concordanza di tutti gli otto colori di riferimento.*

**TEMPERATURA CORRELATA DI COLORE (temperatura di colore K):** *la temperatura correlata di colore espressa in gradi KELVIN insieme alla resa cromatica, è uno dei parametri che più propriamente determinano la qualità della luce emessa da una sorgente luminosa.*

La Temperatura di colore di una data radiazione luminosa è dunque la temperatura che dovrebbe avere un corpo nero (corpo solido riscaldato all'incandescenza) affinché la radiazione luminosa emessa da quest'ultimo appaia cromaticamente la più vicina possibile alla radiazione considerata.

A temperature di colore elevate corrispondono tonalità di luce così dette "fredde" e viceversa, a temperature di colore basse corrispondono tonalità di luce "calde". Per questo motivo il concetto di tonalità e temperatura sono strettamente affini. Le tonalità calde tendono ad un colore giallo, le tonalità fredde presentano sfumature azzurre, mentre le tonalità neutre sono tendenti al bianco.

L'EFFICACIA LUMINOSA (o più comunemente Efficienza luminosa) di una sorgente è il rapporto tra il flusso luminoso emesso (lumen) e la potenza elettrica assorbita (Watt) e quindi espressa in Lumen/Watt (lm/W).

E' un parametro importante della lampada poiché esprime la capacità di emissione luminosa in relazione ai consumi di energia elettrica permettendo un confronto fra le varie tecnologie e tipologie.

DURATA DI VITA: normalmente ci si riferisce alla vita media di una lampada espressa in ore di funzionamento in condizioni di prova normalizzate (quando la lampada smette di funzionare), ma si può parlare anche di durata in termini di vita economica: in questo caso ci si riferisce alle ore di funzionamento, dopo le quali il livello di illuminamento scende al di sotto di un valore percentualmente prestabilito (lumen ammortamento, per il quale può essere economico sostituire la lampada anche se ancora funzionante).

Pag. 5

Sorgente	Potenza	lumen	Ra	K	lm/W	Durata
LED	10÷400	100÷40000	>80	3000÷5500	100	50000÷80000
SAP	50÷1000	3400÷130000	20÷65	1950÷2200	65÷130	12000÷16000
JM	70÷2000	6500÷190000	60÷90	4500÷5000	57÷74	14000÷20000
VM	50÷1000	1800÷50000	35÷59	3500÷4400	36÷58	14000÷20000
IND	50÷165	3500÷12000	80÷85	3000÷4000	65	60000

**Tab. 1 - Indicatore delle principali caratteristiche delle lampade**

Per avere un confronto tra le varie tipologie di lampade e valutarne la potenzialità ed efficacia e quindi definirne le applicazioni più adatte, è possibile ricorrere ad un giudizio sintetico sulla base di una indicazione schematica, seppur semplice, di quelli che sono i pregi e i difetti di ciascuna tipologia di lampada, secondo i criteri indicati nella seguente tabella.

Giudizio	Efficienza (lm/w)	Confort visivo Ra	Vita media (h*1000)	Impatto ecologico
Pessimo	$\leq 60$	$\leq 20$	$\leq 5$	>>Hg/Pb
Mediocre	$60 < \eta \leq 80$	$20 < Ra \leq 50$	$60 < Vm \leq 60$	Hg/Pb
Discreto	$80 < \eta \leq 100$	$50 < Ra \leq 70$	$10 < Vm \leq 20$	Hg ridotto
Buono	$100 < \eta \leq 120$	$70 < Ra \leq 90$	$20 < Vm \leq 30$	Assente
Ottimo	$> 120$	$> 90$	$> 30$	Assente

Caratteristiche  
apparecchi di  
illuminazione  
proposti nel  
Progetto  
Preliminare

Tab.2 indicatore di pregi e difetti delle lampade

Chiaramente l'efficienza è il parametro fondamentale per ottenere l'auspicato risparmio energetico, ma deve essere possibilmente allineato anche con gli altri parametri: una sorgente dovrebbe presentare ottima efficienza, bassi costi di manutenzione, legati ad una lunga vita media (insieme ad un limitato costo di acquisto) oltre a garantire un basso impatto ambientale, ovvero assenza di sostanze nocive al suo interno. La presenza nelle lampade di importanti quantità di tale sostanze, o anche altre, le fanno declassare nella valutazione di impatto ecologico. **La sorgente luminosa composta da lampada con tecnologia LED, parte integrata del sistema di cui è dotato "MLS", risulta essere chiaramente la migliore tecnologia attualmente esistente sul mercato.**

Pag. 6

Le ottiche di cui si dota il sistema consentiranno di eliminare l'inquinamento luminoso (immagine 2)



### 3\_Qualità e caratteristiche progetto proposto

I lavori di ammodernamento tecnologico e di messa a norma dell'impianto di illuminazione pubblica comunale sono stati progettati per raggiungere il massimo livello di sicurezza e conformità alle norme in materia vigenti di carattere Regionale, Nazionale ed Europeo. La qualità del progetto offerto dalla Selettra SpA è incentrato in questi punti:

#### Ambiente

- Eliminare l'inquinamento luminoso
- Ridurre significativamente le emissioni nocive
- Uniformare il livello e la tipologia di luce

#### Qualità

- Adeguare tutti gli impianti elettrici al servizio dell'illuminazione pubblica
- Adeguare le sorgenti luminosi dal punto di vista illuminotecnico
- Uniformare il livello e la tipologia di luce

#### Sicurezza

- Riduzione rischio contatto elettrico
- Ridurre incidenza di guasti con multi-alimentazione e multi-lampada
- Servizio reso all'utenza

#### Innovazione

- Flessibilità nell'utilizzo degli impianti
- Informatizzazione Web e servizio App
- Sistemi predisposti per potenziamenti futuri

Pag. 7

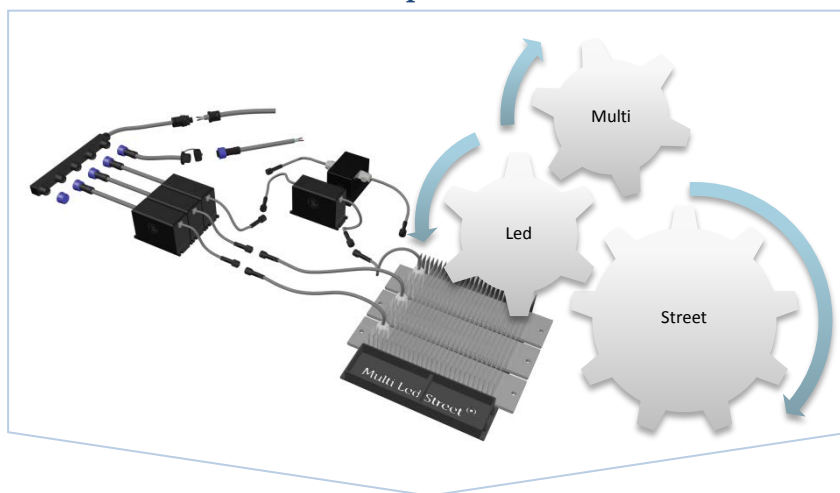
**Prodotti****Servizi**



**MLS**  
MULTI LED STREET®

La tecnologia installata

Lo stesso "Cuore" per tutti i sistemi



Pag. 8

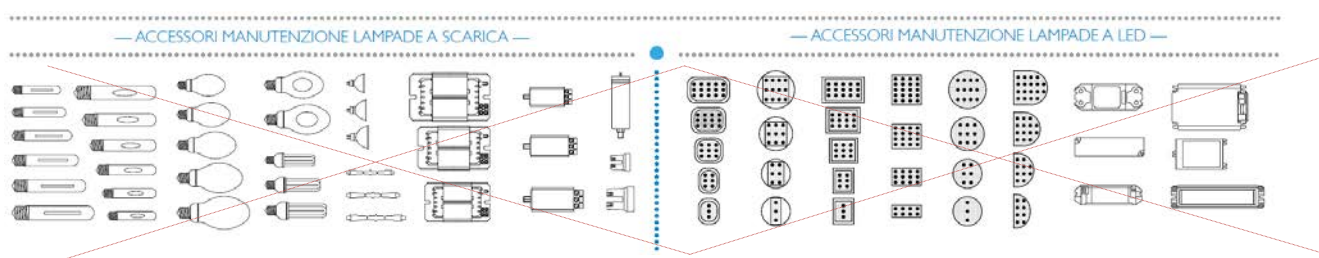






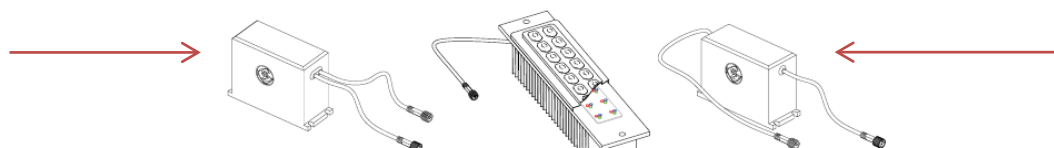
La tecnologia installata

Il sistema "MLS" semplifica la gestione: il sistema garantisce una maggiore facilità nella gestione dell'impianto poiché un unico elemento sempre uguale assicura la sostituzione di qualsiasi lampada o driver in qualsiasi apparecchio di illuminazione, sia esso nuovo o esistente.



ACCESSORI MANUTENZIONE  
"MLS"

Solo 3 elementi sempre uguali



Multi LED Street®





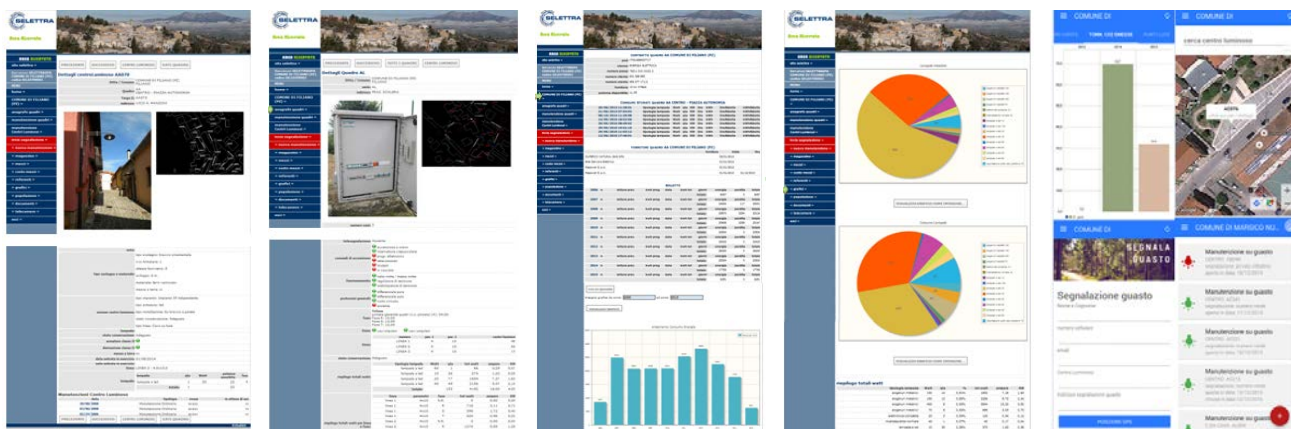
## Il modello di gestione

Il Software Gestionale Selettra (SGS), adotta un applicativo di telecontrollo e monitoraggio denominato “SGS Controller”; esso costituisce uno strumento integrato per la gestione degli impianti di illuminazione pubblica.



Pag. 10

Il Software Gestionale Selettra (SGS), adotta un applicativo su piattaforma Web che rappresenta il software per la gestione degli impianti di illuminazione pubblica e per servizi SMART CITY.



In alternativa al sistema Software Gestionale Selettra (SGS) è possibile utilizzarne uno analogo.

#### 4\_Classificazione delle strade

Per la redazione del presente progetto si è fatto riferimento a quanto riportato nella normativa vigente e riguardante le opere di illuminazione pubblica; i requisiti richiesti ad un impianto di illuminazione variano a seconda delle destinazioni d'uso dell'area.

La norma UNI 11248:2012 "*Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche*" è un documento che individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazioni per contribuire alla sicurezza degli utenti delle strade.

Il documento si completa con:

- ✚ UNI EN 13201 - 2 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- ✚ UNI EN 13201 - 3 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- ✚ UNI EN 13201 - 4 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazioni delle prestazioni fotometriche.

Oltre ad indicare come classificare una zona destinata al traffico (per determinare la sua categoria illuminotecnica), la Norma UNI 11248 fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche, identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso opportune valutazioni dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

La norma riguarda gli impianti fissi di illuminazione in zone pubbliche destinate alla circolazione di traffico motorizzato, che devono offrire al cittadino condizioni di visibilità ottimali nelle ore notturne e consentire un regolare smaltimento del traffico. La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per un flusso di traffico pari al 100% di quello associato al tipo di strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente. La norma fornisce anche informazioni sulle caratteristiche di riflessione della pavimentazione stradale. La UNI 11248 riporta i criteri di suddivisione delle zone di studio, che sono quelle parti di strada considerate per la progettazione di un impianto di illuminazione: zone a traffico veicolare, piste ciclabili e zone pedonali, zone di conflitto e zone per dispositivi rallentatori e attraversamenti pedonali, diventando quindi un documento a trattazione completa.

Tra le raccomandazioni per l'illuminazione si fa riferimento al controllo dell'abbagliamento debilitante, alle condizioni atmosferiche, alla guida visiva, alle categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti. La

normativa introduce numerosi parametri prestazionali necessari alla classificazione delle zone ed ai relativi requisiti illuminotecnici. Oltre a queste caratteristiche prestazionali, dal punto di vista ambientale si aggiunge la Norma UNI 10819, la quale definisce i requisiti richiesti ad un impianto di illuminazione esterna per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso. Di seguito, vengono riportate le tabelle alle Norme UNI che ci consentono di individuare la relativa classificazione stradale ed i corrispondenti valori di valori di illuminamento e luminanza consigliati.

**Tab. N1 Classificazione delle strade UNI 11248**

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità  [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME2
	Strade di servizio alle extraurbane principali	70 - 90	ME3b
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70 - 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento	70	ME2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3b
		30	S2
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2
	Strade locali interzonali	50	
		30	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali	Non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare	30	

**Tab. N2 Categorie illuminotecniche serie ME - UNI EN13201-2**

CATEGORIA	LUMINANZA DEL MANTO STRADALE DELLA CARREGGIATA IN CONDIZIONI DI MANTO STRADALE ASCIUTTO			ABBAGLIAMENTO DEBILITANTE	ILLUMINAZIONE DI CONTIGUITA'
	$\bar{L}$ IN cd/m <sup>2</sup> (MINIMA MANTENUTA)	$U_0$ (MINIMA)	$U_1$ (MINIMA)	TI IN % a) (MASSIMO)	SR 2b) (MINIMA)
ME1	2	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	nessun requisito
a) Un aumento del 5% del TI può essere ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza.					
b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata					
$\bar{L}$ : valore medio della luminanza del manto stradale $U_0$ : rapporto tra la luminanza minima e luminanza media $U_1$ : valore minimo delle uniformità longitudinali nelle corsie di marcia della carreggiata TI: misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale. SR: rapporto tra l'illuminamento medio sulle fasce appena al di fuori dei bordi della carreggiata e l'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi.					

Pag. 13

**Tab. N3 Categorie illuminotecniche serie S - UNI EN13201-2**

CATEGORIA	ILLUMINAMENTO ORIZZONTALE	
	$\bar{E}$ IN lx <sup>a)</sup> (MINIMO MANTENUTO)	$E_{min}$ in lx (MANTENUTO)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata
a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non può essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo $\bar{E}$ indicato per la categoria.		
$\bar{E}$ : illuminamento medio $E_{min}$ : illuminamento minimo		

**Tab. N4 Categorie illuminotecniche serie CE - UNI EN13201-2**

CATEGORIA	ILLUMINAMENTO ORIZZONTALE	
	$\bar{E}$ IN LX (MINIMO MANTENUTO)	$U_0$ (MINIMA)
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4
$\bar{E}$ : illuminamento medio $U_0$ : rapporto tra l'illuminamento minimo e illuminamento medio		

In base alle considerazioni sopra riportate, si è provveduto alla scelta dei componenti più adatti in relazione alla classificazione Illuminotecnica delle strade e dell'individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento per l'analisi dei rischi.

Dalla tabella, relativa ai valori di illuminamento, si sono dedotti i valori di luminanza, illuminamento e grado di uniformità utilizzati nei calcoli fotometrici. In particolare i valori assunti sono i seguenti:

- ✚ Categoria Stradale : ME3b;
- ✚ Luminanza media del manto stradale  $L : \geq 1 \text{ cd/m}^2$ ;
- ✚ Uniformità generale  $U_0 : \geq 0,4$ ;
- ✚ Uniformità longitudinale  $U_1 : \geq 0,6$ ;
- ✚ Limitazione dell'abbagliamento  $TI\% : \leq 15$ ;
- ✚ Illuminazione di contiguità  $SR2b) : \geq 0,5$

Relativamente alla classificazione delle strade in fase di redazione del progetto esecutivo verranno considerati i livelli di classificazione delle strade fissati dall'Ente Comunale, in considerazione del contesto in cui sono localizzate le strade ed alla loro classificazione stabilita in riferimento ai dettami normativi di settore quale; codice della strada, decreti ministeriali sulle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e norme nazionali ed internazionali sull'illuminazione stradale.



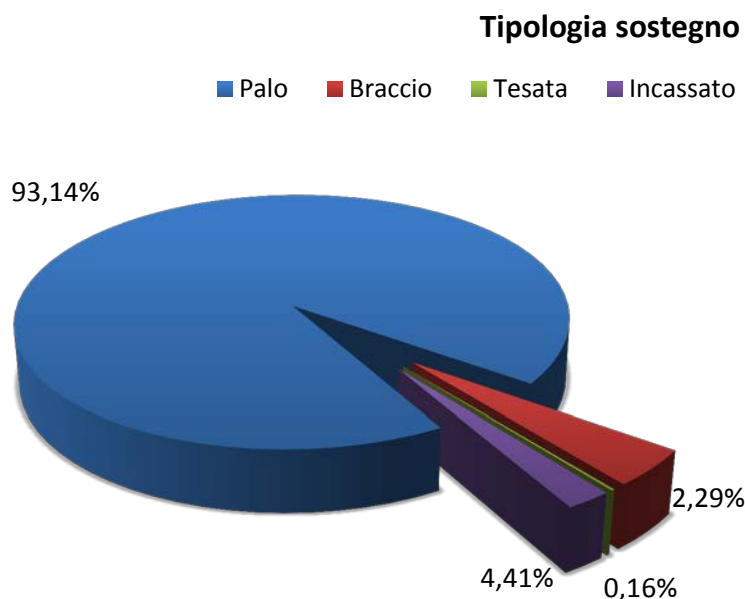
## 5\_Stato di fatto

L'analisi effettuata relativa agli impianti di illuminazione pubblica, presenti sul territorio comunale, ha permesso di riscontrare in generale una diffusa obsolescenza dei corpi illuminanti. Si è provveduto ad analizzare tutte le componenti dell'impianto di pubblica illuminazione esistente, considerando i corpi illuminanti, le sorgenti luminose, i sostegni, le linee di alimentazione, i quadri di distribuzione con le loro apparecchiature. Il sistema di illuminazione pubblica comunale conta **665** punti luce **come da rilievo puntuale effettuato sul territorio**. I punti luce attualmente presenti sono così distinti:

- ✚ n° 163 a Vapore di Mercurio (HQL) ;
- ✚ n° 434 al Sodio ad Alta Pressione (SAP);
- ✚ n° 40 ad Alogenuri Metallici (JM);
- ✚ n. 28 a Light Emitter Diode (LED).

Le informazioni tecniche acquisite nel corso del censimento sono riportate sulle tavole grafiche allegate alla presente relazione, di cui al capitolo 2 *"Elaborati grafici progettuali - Stato di fatto"*. Si riportano, qui di seguito, alcuni grafici che riassumono le diverse proprietà dei centri luminosi che caratterizzano l'intero impianto di pubblica illuminazione comunale. Per quanto concerne la tipologia di sostegni utilizzati si ha:

- ✚ per circa il 93% è a palo su gran parte del territorio comunale;
- ✚ per circa il 4% è incassato;
- ✚ per circa il 2% è a braccio;
- ✚ per l'1% è a tesata.



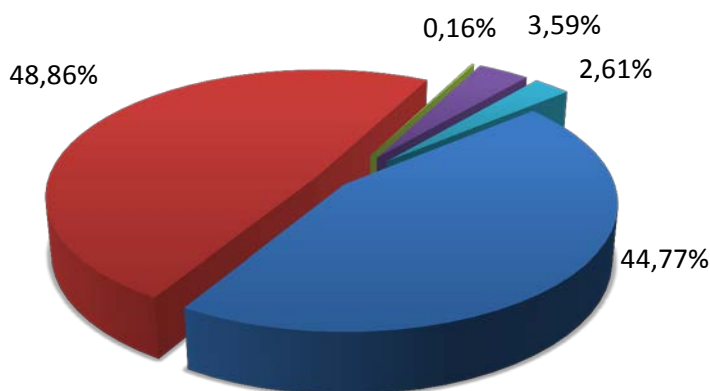


Per quanto riguarda le tipologie di applicazione il rilievo ha permesso di mettere in evidenza che:

- ✚ per circa il 48% sono di arredo urbano;
- ✚ per circa il 45% sono stradali;
- ✚ per circa il 4% sono proiettori;
- ✚ per il restante l'3% sono a tesate ed altre.

#### Tipologia complesso

■ Stradale ■ Arredo Urbano ■ Tesata ■ Proiettore ■ Altro



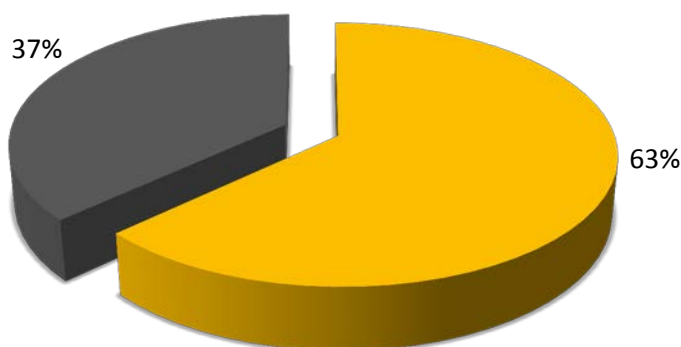
Pag. 16

I dati raccolti rilevano che per quanto concerne il materiale si ha:

- ✚ per il 63% è in zinca
- ✚ per il 37% è verniciata

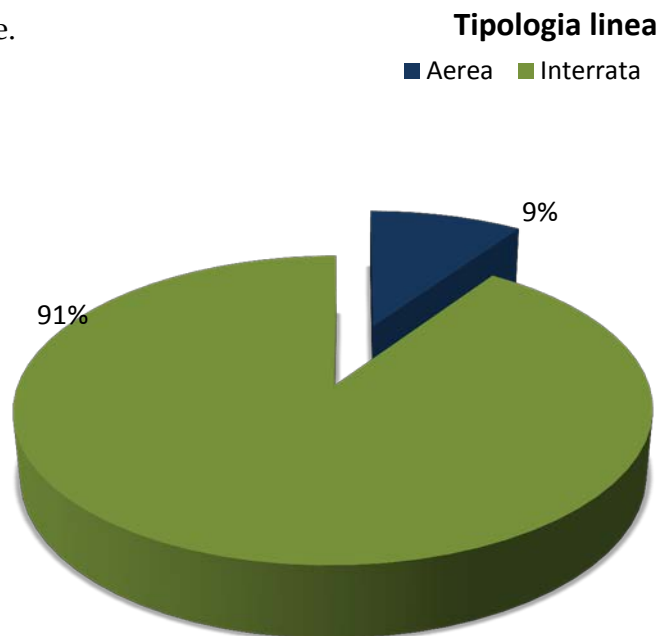
#### Tipologia materiale

■ Verniciato ■ Zincato



La ripartizione delle tipologie delle linee di alimentazione è:

- ✚ per il 91% sono interrato;
- ✚ per il 9% sono aeree.







Pag. 17

La raccolta di tutte le informazioni rilevate su campo ha permesso di avere una fotografia chiara dello stato attuale degli impianti evidenziando i punti di forza e le carenze esistenti.

## 6\_Interventi

Il progetto prevede la completa sostituzione e/o riqualificazione di tutti i corpi illuminanti che saranno sostituiti con sorgenti luminose dotati di tecnologia a LED. Nella quasi totalità dei centri luminosi, oggetto d'intervento, sarà installato il sistema brevettato dalla Selettra SpA denominata Multi Led Street® oppure uno analogo e/o simile. Nella tabella di seguito riportata, sono descritti in maniera schematica gli interventi sui corpi illuminanti.

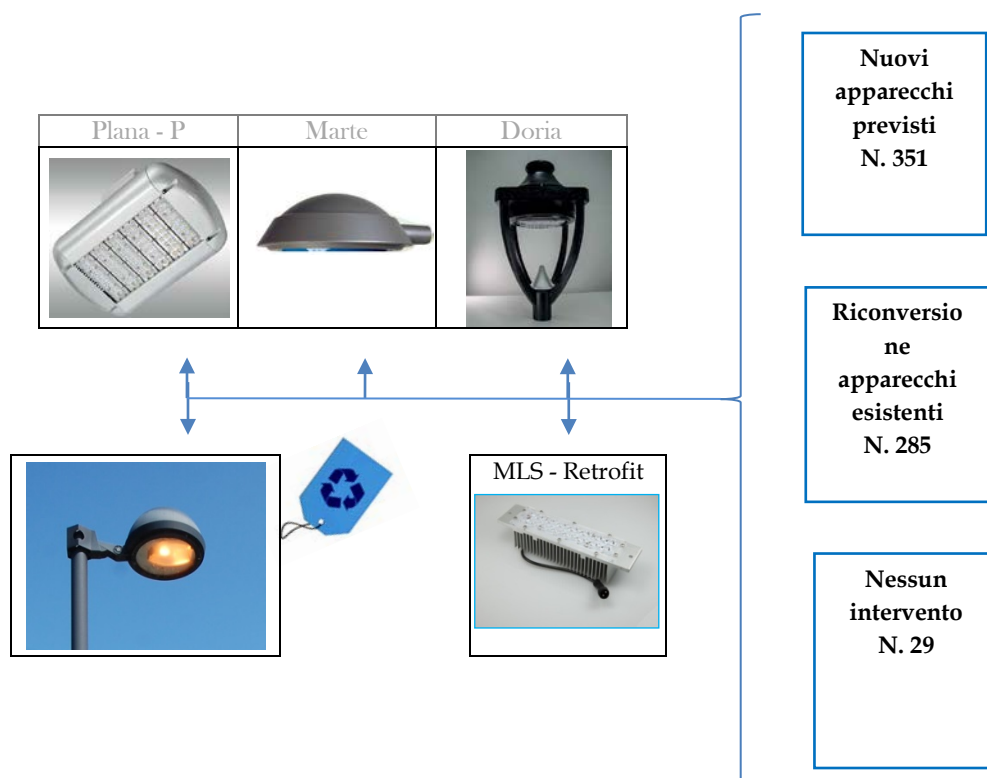
Centri luminosi "Ante Operam"	Centri luminosi "Post Operam"	
		Pz. 267
	(M) Marte MLS o similare	
		Pz. 54
	(D) Doria MLS o similare	
		
	(B) BAT MLS o similare	

Centri luminosi "Ante Operam"	Centri luminosi "Post Operam"	
	 <p data-bbox="774 712 1125 745">(R) Retrofit MLS o similare</p>	<p data-bbox="1300 712 1396 745">Pz. 285</p>
	 <p data-bbox="753 1462 1152 1496">(PR) Proiettore MLS o similare</p>  <p data-bbox="758 1794 1147 1827">(PR) Proiettore SBP o similare</p>	<p data-bbox="1308 1496 1388 1529">Pz. 30</p>

Centri luminosi "Ante Operam"	Centri luminosi "Post Operam"	
	<p>Adeguamento quadri elettrici I.P. con nuovi componenti</p>	<p>n. 25</p>
	<p>Rifacimento di 500 metri di linee aeree in BT con 50 nuove cassette di derivazione a palo</p>	<p>ml.500</p>
	<p>Verticalizzazione sostegno centro luminoso esistente</p>	<p>n.8</p>



## Consistenza del progetto



Tutti i centri luminosi ed i componenti elettrici più importanti saranno etichettati con un codice alfanumerico come da immagine sottostante.

Le lettere indicano il quadro elettrico di appartenenza, il numero rappresenta il progressivo assegnato all'elemento; completano l'etichetta l'immagine Qr-code per collegarsi direttamente all' App Selettra SpA per consultazioni e segnalazioni ed il numero verde al quale rivolgersi 24 ore su 24 per la segnalazione di eventuali guasti o richieste di informazioni.

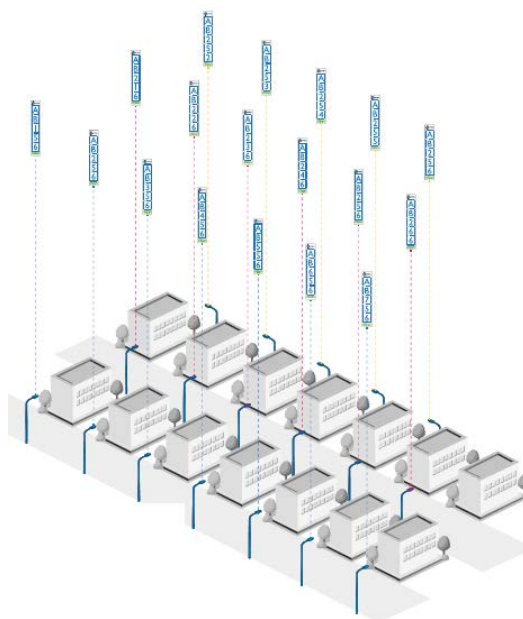


Fig. 2 Etichettatura Illuminazione pubblica

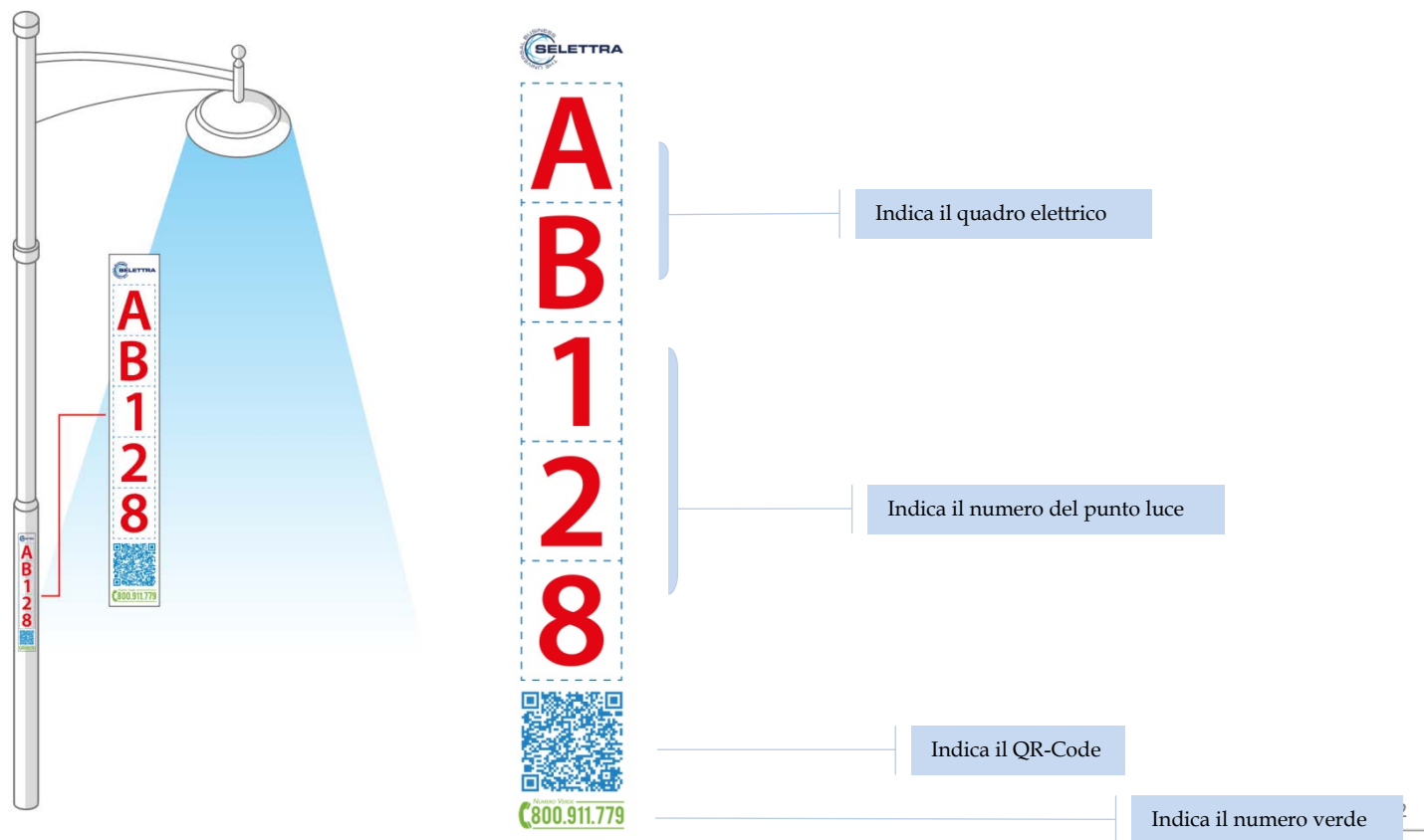


Fig. 3 Etichettatura Centro luminoso



## 7\_Risparmio energetico

Le migliori conseguibili in termini di risparmio energetico rispetto allo stato attuale derivano principalmente dall'impiego di nuova tecnologia rappresentata dalle sorgenti LED.

Tale tecnologia apporta numerosi vantaggi sia migliorando notevolmente l'efficienza dell'impianto sia portando ad un notevole risparmio dal punto di vista energetico e manutentivo.

L'efficienza globale e di sistema della tecnologia LED è composta da un mix di caratteristiche insostituibili quali ad esempio:

- ✚ l'efficienza,
- ✚ la durata,
- ✚ il decadimento del flusso luminoso,
- ✚ le dimensioni,
- ✚ il peso,
- ✚ le prestazioni fotometriche e colorimetriche,
- ✚ la resa dei colori, il rendimento luminoso,
- ✚ la regolazione del flusso luminoso,
- ✚ gli alti indici di resa cromatica,
- ✚ il controllo dell'abbagliamento,
- ✚ la riduzione dell'inquinamento luminoso.

Pag. 23

### Consumi Energetici Ante Operam

Attualmente il patrimonio impiantistico del Comune di Pozzoleone, è composto da 25 quadri elettrici di alimentazione, tutti alimentati singolarmente da regolari forniture ENEL che alimentano un complessivo di 665 punti luce, per una potenza assorbita di 94 kW circa. Di seguito viene rappresentata la tabella 1, dove sono descritti i consumi attuali in termini di kWh riportati per tipologia di lampada.

**TABELLA 1 (consumi energetici ante operam)**

POTENZA LAMPADA	TIPO	Q.TA'	CONSISTENZA	POTENZA IMPIEGATA	CONSUMO TOTALE
(W)		(N°)	(%)	(kW)	(kWh)
50	LED	28	4%	1,5	6.565,0
125	Vapori di mercurio (HG)	158	24%	22,1	94.297,6
250		5	1%	1,4	5.797,7
100	Ioduri metallici (JM)	4	1%	0,5	2.012,1
150		36	5%	6,2	26.396,5
70	Sodio alta pressione (SAP)	39	6%	3,4	14.464,4
100		221	33%	26,1	111.170,5
150		146	22%	25,1	107.052,5
250		28	4%	7,8	33.063,8
Rigo dei totali		665	100%	94	394.897

Il valore di consumo annuo di energia in termini di **kWh** viene rilevato considerando il funzionamento dell'impianto per un monte ore annue di 4200 (h/anno).

Guardando le tabelle ed i grafici esposti salta subito all'occhio l'elevata quantità di Kwh consumati, sicuramente i dati di consumo sono proporzionati alla potenza assorbita, per la quale necessariamente si deve procedere alla riduzione in modo tale da ottenere un cospicuo risparmio energetico in termini di kWh oltrech  al miglioramento dello stato di efficienza dell'impianto.

Pag. 24

### Consumi Energetici Post Operam

Il passaggio alle lampade a LED permette di ridurre notevolmente la potenza elettrica, l'impianto di pubblica illuminazione del Comune di Pozzoleone sar  composto da 25 quadri elettrici di alimentazione, che alimentano un complessivo di 665 punti luce. La potenza impegnata a valle degli interventi   pari a 45 kW. Dai dati riportati si evince come rispetto allo stato attuale la potenza impegnata diminuisce notevolmente infatti si passa dai 94 kW ante operam ai 45 KW post operam con una riduzione in termini percentuali pari a circa il 52 %. Il numero dei centri luminosi rimane invariato, nella tabella 2 vengono riportati i consumi energetici in termini di kWh a valle degli interventi progettuali previsti.

**TABELLA 2 (consumi energetici post operam)**

SISTEMA "MLS"	POTENZA "MLS"	TIPO	Q.TA'	POTENZA IMPIEGATA	FUNZIONAMENTO MLS (H/MEDIA)	CONSUMO COMPLESSIVO	PERCENTUALE DEI CONSUMI	
(Cod.)	(W)		(N°)	(KW)	h/ANNO	(kWh)	(%)	
NI	50	Emitting Light Diode (LED)	29	1,60	4.198	6.895,86	4,3%	
PRS	175		10	1,93	1.095	2.171,11	1,4%	
R1	20		30	0,66	4.198	2.853,46	1,8%	
PR2	40		8	0,35	4.198 3.285	1.356,43	0,8%	
D2	40		15	0,66	4.198 3.285	2.543,30	1,6%	
R2	40		48	2,11	3.285 4.198	8.138,57	5,1%	
M2	40		50	2,20	3.285 4.198	8.477,67	5,3%	
B2	40		1	0,04	3.285 4.198	169,55	0,1%	
M3	60		108	7,13	2.555 3.285 4.198	24.564,57	15,4%	
R3	60		145	9,57	2.555 3.285 4.198	32.980,21	20,6%	
PR3	60		3	0,20	2.555 3.285 4.198	682,35	0,4%	
D3	60		38	2,51	2.555 3.285 4.198	8.643,09	5,4%	
M4	80		109	9,59	4.198 3.285 2.555	35.159,60	22,0%	
R4	80		52	4,58	4.198 3.285 2.555	16.773,39	10,5%	
PR5	100		3	0,33	4.198 4.198 3.285 2.555	1.253,04	0,8%	
R5	100		10	1,10	4.198 4.198 3.285 2.555	4.176,80	2,6%	
PR6	120		6	0,78	4.198 4.198 3.285 2.555	3.024,89	1,9%	
TOTALE			665	45,33		159.864	100,0%	

E' evidente che gli interventi previsti nel progetto garantiranno in primis l'eliminazione delle perdite di rete un notevole abbattimento dei consumi di energia primaria, il tutto

grazie al mix delle moderne tecnologie adottate e proposte, quali l'illuminazione a LED ed i sistemi di illuminazione Multi Led Street. Il vantaggio nell'utilizzo di nuova tecnologia sta proprio nella possibilità di raggiungere gli obiettivi perseguiti dalla Pubblica Amministrazione, ovvero di conseguire un :

- ✚ Risparmio energetico;
- ✚ Minor inquinamento luminoso;
- ✚ Impatto ambientale ridotto: totale assenza di metalli inquinanti, conformità RoHS;
- ✚ Maggior Durata: (le Lampade a tecnologia LED hanno una aspettativa di vita enormemente superiore alle lampade con tecnologie tradizionali, superiore alle 50.000 ore, quindi, oltre 12 anni di utilizzo);
- ✚ Maggior direzionalità, uniformità ed efficienza;
- ✚ Migliori prestazioni - Tempo di accensione e riaccensione immediate;
- ✚ Miglior mantenimento dell'erogazione dei Lumen nel tempo comparata con lampade tradizionali;
- ✚ Sicurezza stradale;
- ✚ Stile - Design più leggero e raffinato, più facile da adattare alle varie situazioni installative.

Pag. 26

Nella tabella 3 sono riportati i dati di raffronto ante post operam dal punto di vista del risparmio energetico

COMUNE di POZZOLEONE	N. C.L.	KW	kWh
Consumo energetico annuo e potenza impegnata "ANTE OPERAM"	665	94	394.897
Consumo energetico annuo e potenza impegnata "POST OPERAM"	665	45	159.864
<b>RISPARMIO GENERATO</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>235.033</b>
		<b>52%</b>	<b>60%</b>

## 8\_Benefici Ambientali

Uno degli aspetti fondamentali da considerare nella valutazione della efficienza di una attività, sia pubblica che privata, sta nella capacità di poter sviluppare ed utilizzare tecnologie che producono effetti benefici sulla vita dei cittadini, in particolare che permettono di ridurre i consumi energetici e come conseguenza migliorare l'ambiente in cui tali effetti si producono. Grazie all'impiego di tecnologie innovative che comportano un maggiore risparmio energetico ed un miglioramento delle prestazioni tecniche, si riesce ad ottenere una riduzione dei costi per la pubblica illuminazione e conseguenti benefici per l'ambiente. L'obiettivo di una politica ambientale deve perseguire il risparmio dell'energia elettrica per l'Illuminazione Pubblica e la riduzione drastica dell'inquinamento ambientale, ma anche quello luminoso.

Per il Comune di Pozzoleone tale obiettivo è stato raggiunto attraverso alcune scelte di tipo tecnico ed economico, aventi l'obiettivo di migliorare le prestazioni illuminotecniche degli impianti, ottimizzare la gestione degli stessi e ridurre la spesa energetica a fronte di una ottimizzazione degli attuali centri luminosi. Grazie agli interventi progettuali previsti, infatti, si raggiungono elevati standard di risparmio sia sotto il profilo energetico, che economico ed ambientale. Tali obiettivi sono stati conseguiti nel progetto presentato attraverso alcuni significativi interventi, precedentemente esposti nelle Relazioni di Risparmio Energetico ed Interventi Previsiti.

Pag. 27

Dal punto di vista energetico, il principale intervento di miglioramento previsto è quello della sostituzione dell'intero parco lampade, che permetterà di ridurre in modo significativo i consumi energetici grazie all'impiego di lampade con tecnologia a LED. L'applicazione a Led garantisce consumi minori a parità di flusso luminoso sul piano stradale grazie alla particolarità dei led di direzionarne meglio il flusso luminoso emesso. La somma di tutti gli interventi proposti permette di ottenere un risparmio complessivo di 235.033 kWh, ovvero circa 60,0 % rispetto ai consumi attuali. In termini di benefici ambientali ciò si traduce in 113,5 tonnellate annue di mancata emissioni di CO<sub>2</sub>.

Un altro indice del positivo contributo alla salvaguardia dell'ambiente è il risparmio in termini di energia primaria. La tonnellata equivalente di petrolio (tep) è un'unità di misura

dell'energia, introdotta al fine di facilitare il confronto tra le varie fonti energetiche ed il petrolio, ed è definita come la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio.

Con gli interventi di efficientamento tecnologico previsti si ottiene un risparmio annuo pari a 44,0 TEP in termini di energia primaria risparmiata.

I vantaggi conseguibili con gli interventi proposti sono tanto più duraturi quanto più si riesce a garantire negli anni le prestazioni ottimali delle apparecchiature impiegate e dei materiali. Questo rappresenta il punto di forza della Selettra che propone sempre tecnologia di ultimo tipo, capace di permettere i maggiori vantaggi non solo sotto l'aspetto prettamente energetico, ma anche e soprattutto sotto l'aspetto ambientale, in quanto le minori emissioni di CO<sub>2</sub> in ambiente permette di ridurre l'effetto serra e l'aumento di sostanze climalteranti, causa di mutamenti ambientali sul pianeta. Sulla base delle numerose valutazioni fatte e degli interventi proposti, è possibile fornire un quadro di sintesi dei possibili risparmi di combustibile e delle conseguenti emissioni evitate (esprese come CO<sub>2</sub> equivalente). Circa l'80% dell'energia consumata nell'Unione Europea deriva da combustibili fossili: petrolio, gas naturale e carbone. Le ricadute ambientali di questo sistema, assieme a questioni di sicurezza e alle inevitabili implicazioni economiche, rendono essenziale un uso più razionale dell'energia. La norma UNI CEI EN 16001 si pone come un essenziale strumento delle imprese e degli enti pubblici, per gestire e migliorare le prestazioni energetiche ed i relativi costi. A tal proposito vengono in aiuto le norme **UNI ed in particolare come detto la UNI CEI EN 16001, diventata UNI CEI EN ISO 50001** del 2011, norma riconosciuta a livello mondiale, che fornisce risposte **alle problematiche del campo energetico**. La nuova norma, infatti, considera gli aspetti ambientali come un fattore determinante. Essi sono definiti dall'identificazione e dall'analisi degli aspetti energetici significativi cui è necessario associare azioni di risparmio energetico e che la norma esplicita come *"riduzione dei costi e delle emissioni di anidride carbonica"*. Lo sviluppo di questo sistema interessa sia le aziende sia gli enti pubblici sensibili all'aspetto energetico. In linea con gli obiettivi dell'Unione Europea, la UNI CEI EN ISO 50001 **promuove lo sviluppo di alcune attività determinanti per la riduzione dei consumi e dei**

**relativi costi energetici.** Essa concentra le attività sui seguenti punti: definizione di una politica di efficienza energetica dei processi produttivi;

- determinazione dell'approccio dell'impresa verso la gestione energetica;
- definizione di obiettivi e traguardi in tema energetico, con un specifico piano (costi – benefici);
- elaborazione di un Sistema di Gestione documentale e applicativo in modo da contribuire alla razionalizzazione e all'ottimizzazione dei consumi;
- determinazione delle responsabilità degli addetti (sinergie operative) per una maggiore efficienza;
- contabilizzazione e valutazione dei diversi consumi (AUDIT energetico);
- pianificazione di una strategia di comunicazione verso l'interno e l'esterno in modo da valorizzare quanto intrapreso.

Inoltre, proprio per la sua struttura, la UNI CEI EN ISO 50001 è complementare agli altri sistemi di gestione, armonizzata perfettamente alla già conosciuta UNI ISO 14001 e alla UNI ISO 9001.

Pag. 29

Le azioni previste dalla norma sono:

1. Plan: identificare aspetti energetici e obblighi legali, stabilire obiettivi e relativi target.
2. Do: assegnare risorse e responsabilità, accrescere la consapevolezza dell'organizzazione e fornire una preparazione adeguata, incoraggiare la comunicazione interna ed esterna; attivare controlli operativi.
3. Check: definire un programma di monitoraggio della gestione energetica, identificare e gestire le eventuali non conformità, controllare le rilevazioni, effettuare verifiche interne sul sistema di gestione energetico.
4. Act: esaminare il sistema di gestione dell'energia da parte del top management, per predisporre potenziali migliorie e cambiamenti.



## 9\_Modalità di espletamento servizio richiesto

In merito alla gestione dei servizi oggetto della proposta per il Comune di Pozzoleone, si evidenzia che la Selettra SpA è certificata UNI EN ISO 9001:2008 e UNI EN ISO 14001:2004, che raffigurano il Sistema Gestione Qualità. Esso rappresenta lo standard di riferimento internazionale che, oltre agli aspetti relativi alla qualità del servizio reso al Cliente, tiene conto dell'impatto ambientale relativo alle proprie attività. Inoltre, le capacità diagnostiche, organizzative, progettuali e gestionali della Selettra SpA, nonché il know-how e le competenze specifiche sono validate dall'ottenimento e dal mantenimento della Certificazione UNI CEI 11352:2014 per la *"Erogazione di servizi energetici integrati"* e della ISO 50001:2012 per la *"Gestione e manutenzione di impianti per la pubblica illuminazione anche mediante la fornitura di energia elettrica, la progettazione e la realizzazione"*, attraverso la verifica di terzi sulle competenze e i servizi resi al cliente.

L'approccio metodologico della Selettra SpA è il risultato di un'accurata analisi dei processi da gestire, che ha consentito di delineare i ruoli e le responsabilità più idonee a raggiungere gli standard prestazionali definiti nel presente progetto, partendo da effettive esigenze riscontrabili nelle Amministrazioni Pubbliche, in termini di fabbisogno di ammodernamento e manutentivo delle singole strutture e degli interventi di riqualificazione degli impianti.

A supporto di tutto questo hanno giocato un ruolo determinante i seguenti fattori, la cui combinazione ha consentito di realizzare sinergie, in grado di valorizzare ed accrescere l'insieme delle conoscenze disponibili:

- ✚ capacità organizzative e procedurali adottate da Selettra SpA nella gestione di appalti analoghi;
- ✚ analisi dello stato di fatto attraverso sopralluoghi in campo ed individuazione delle specifiche esigenze del Comune di Pozzoleone;
- ✚ attenzione alle strategie di ammodernamento, efficientamento e manutentive che consentono di garantire la sicurezza per tutti i cittadini;
- ✚ monitoraggio costante finalizzato all'individuazione di interventi che conducano ad un utilizzo ottimale degli impianti;
- ✚ utilizzo di software gestionale.

L'attività di gestione integrata degli impianti di pubblica illuminazione di proprietà comunale comprende le seguenti attività:

- ✚ gestione amministrativa ed approvvigionamento dell'energia;
- ✚ pronto intervento;
- ✚ operazioni di manutenzione a guasto: interventi dopo che si è verificata la rottura del componente;
- ✚ mantenimento dell'impianto in condizioni di efficienza;
- ✚ sostituzione di corpi illuminanti.

Le operazioni di manutenzione, eseguite sulle apparecchiature non in tensione, sono regolamentate dalle vigenti normative di legge in materia e saranno effettuate esclusivamente da personale autorizzato dotato di tutti i dispositivi di protezione personale previsti per legge, e della strumentazione minima prevista per tali tipi di interventi.

Gli interventi più comuni legati ad un uso normale e ordinario degli impianti di illuminazione sono i seguenti:

- ✚ sostituzione delle lampade;
- ✚ stato di conservazione dell'impianto;
- ✚ i quadri elettrici vanno puliti periodicamente assicurando che i contrassegni conservino la loro leggibilità. Dovranno essere controllati periodicamente la funzionalità degli interruttori di protezione e di comando.

## 10\_Conclusioni

Il tipo di intervento può essere effettuato in regime di F.T.T. (Finanziamento Tramite Terzi) che permetterà un notevole vantaggio per l'Amministrazione Comunale, sia in termini economici (attivazione di lunghe procedure per prestiti pubblici e grosse somme di indebitamento per il Comune) sia in termini di visibilità e di qualità dei servizi offerti ai cittadini del Comune di Pozzoleone.

