



COMUNE DI MARACALAGONIS

PROGETTO DI FATTIBILITÀ RELATIVO ALLA PROPOSTA DI FINANZA DI PROGETTO REDATTA AI SENSI DELL'ART. 183 COMMA 15-19 E SS. E ART.179 COMMA 3, DEL D.LGS. N.50/2016 (EX ART. 278 D.P.R. N°207/2010) AVENTE OGGETTO LA "CONCESSIONE PER LO SVOLGIMENTO DEL SERVIZIO DI GESTIONE DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE COMPRESIVO DI FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA E DI REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO NORMATIVO ED EFFICIENZA ENERGETICA"



	PROGETTO DI FATTIBILITÀ
4	Relazione Tecnica

Stato / Codice progetto: PROGETTO DI FATTIBILITÀ Pdf OR 39795_0	Codice di classif. elaborato RT OR 39795_0	Pag. 1 di 29
---	--	---------------------

Progettista Responsabile: Esperto Gestione Energia Reg. Numero EGE_0053 rilasciato da KIWA ing. Luca Moscatello	
--	--

UNITÀ RESPONSABILE: ENGINEERING & OPERATIONS - PROGETTAZIONE				
0 Prima Emissione	A. Pichiri	R. Piddu	L. Moscatello	25/10/2016
Revisione	Incaricato	Verifica Responsabile PRG	Approvazione Responsabile IOP	Data

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI	3
3. INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE	4
4. SOSTITUZIONE DELLE DERIVAZIONI	6
5. INTERVENTI SUI SOSTEGNI	7
6. INTERVENTI SUGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE: SOSTITUZIONI E RICABLAGGI 11	
6.1 INTERVENTI SULLE SORGENTI LUMINOSE	17
7. SISTEMI PER LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO.....	17
8. CORRETTO DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICO DEGLI IMPIANTI, IN RELAZIONE ALLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DELLA STRADA	18
9. RISPARMIO ENERGETICO ED IMPATTO AMBIENTALE	18
10. BENEFICI AMBIENTALI ATTESI	25
10.1 LIMITAZIONE DELLA LUCE DISPERSA E DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO	28
11. SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI.....	28

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha la finalità di illustrare gli interventi di risparmio energetico, ammodernamento tecnologico, e di adeguamento e messa a norma pianificati per gli impianti di illuminazione pubblica al fine di conseguire gli obiettivi prefissati ed esposti in premessa alla relazione illustrativa.

Il progetto di fattibilità è uno strumento conoscitivo utile a supportare le valutazioni relative all'opportunità di adottare scelte di tipo associativo o di ampliare l'ambito di operatività. Sulla base dei contenuti dello studio eseguito da Enel Sole sarà possibile fare una prima verifica tecnica di realizzabilità dal punto di vista organizzativo-gestionale. Pertanto le scelte legate ai materiali potranno subire variazioni, in accordo con l'Amministrazione Comunale, nei successivi livelli di progettazione, e potranno essere modificati con materiali analoghi dalle caratteristiche estetiche e funzionali equivalenti o superiori, in funzione di eventuali specifiche esigenze e comunque sempre in accordo con l'Amministrazione Comunale.

Complessivamente si prevede di effettuare i lavori totali entro **12 mesi solari** (253 giorni lavorativi) dalla data di consegna dei lavori.

Nei successivi paragrafi saranno presentati tutti gli interventi proposti per ciascuno dei componenti dell'impianto di pubblica illuminazione. Gli interventi proposti relativi a risparmio energetico, messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti, possono essere infatti riconducibili agli interventi sui singoli componenti degli impianti di pubblica illuminazione: quadri di alimentazione, linee elettriche, sostegni, apparecchi, sistemi di protezione contro i contatti indiretti, ecc..

2. INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI

Attualmente gli impianti di illuminazione pubblica sono alimentati a partire da 23 quadri di alimentazione/protezione/comando.

E' presente un sistema di regolazione del flusso luminoso installato nell'impianto facente capo al Q01.

Gli interventi proposti consistono nella **sostituzione di 15 quadri elettrici esistenti** e nella **revisione di 7 quadri elettrici esistenti**.

Tutti i quadri saranno equipaggiati con interruttore astronomico per la gestione degli orari di accensione/spegnimento.

INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI		
sostituzione di quadri elettrici di protezione e comando, con nuovi quadri elettrici equipaggiati con orologio astronomico per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare). Compresa sostituzione del pozzetto, del chiusino in ghisa classe C250 e delle giunzioni.	cadauno	15

revisione dei quadri elettrici esistenti (sostituzione di componenti vetusti, rifacimento cablaggi delle apparecchiature) ed installazione di **orologio astronomico** per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare)

cadauno

7

La sostituzione dei quadri elettrici prevede le seguenti operazioni:

- rimozione del quadro elettrico esistente;
- verifica del blocco di fondazione esistente ed eventuale realizzazione di nuovo basamento in calcestruzzo;
- realizzazione delle opere edili necessarie per l'ingresso della nuova linea interrata, oppure scavo per l'intercettazione della linea elettrica interrata esistente;
- installazione del nuovo quadro elettrico completo delle necessarie apparecchiature di alimentazione, protezione e comando
- realizzazione di tutti i collegamenti, compresa la perfetta regolazione e programmazione delle apparecchiature
- ripristino pavimentazione esistente

A valle degli interventi tutti gli impianti saranno dotati orologio astronomico per la gestione dei periodi di accensione e spegnimento degli impianti.

La tempestiva accensione degli impianti rappresenta una fonte di risparmio spesso trascurata. Sfruttando tutto il crepuscolo (sia all'alba che al tramonto) e posizionando l'accensione/spegnimento alla fine dello stesso, si può ottenere un risparmio di una o due decine di minuti di accensione al giorno, quantificabile in circa il 2/3% delle ore totali di funzionamento (rispetto alle 4200 h/anno, dato medio presente in letteratura).

Gli interruttori astronomici si prevede saranno settati impostando, rispetto ai valori di default, un ritardo nell'accensione di 15 min ed un anticipo nello spegnimento di 15 min. Con tali impostazioni le ore annue di funzionamento saranno pari a $H = 4\,124$ ore/anno.

3. INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE

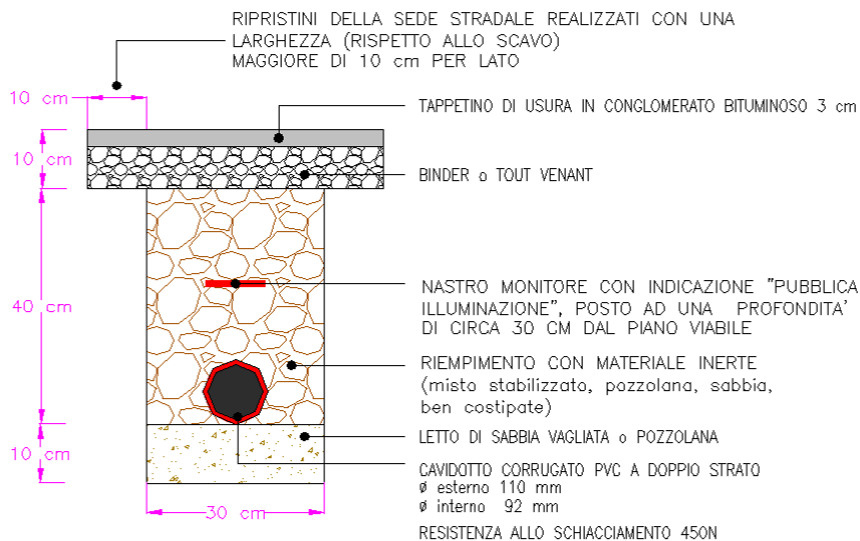
Le linee elettriche esistenti non presentano tratti di condutture non adeguate dal punto di vista della messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti in quanto i cavi sono nella quasi totalità di tipo FG7OR o precordato RE4E4X, entrambe con isolamento 0,6/1kV, adeguati anche agli impianti in doppio isolamento per illuminazione pubblica.

Eventuali nuove linee elettriche interrate saranno realizzate (salvo diverse prescrizioni degli Enti Locali):

- cavi FG7(O)R, con tensione di isolamento 0.6/1 kV, adeguati alla classe II
- sezione adeguata e uniformemente distribuita (contenere cadute di tensione)
- utenze equilibrate sulle tre fasi, con conseguente equilibrio dei carichi
- installazione di pozzetti accessibili, con chiusino in ghisa sferoidale C250
- installazione di giunzioni accessibili, realizzate con giunti in gel in classe II di isolamento o mediante Guaina Isolante Termorestringente.

Lo scavo necessario ad accogliere il cavidotti avrà una sezione convenzionale (larghezza x profondità) pari a 0.3x0.6 m (vedi sezione di scavo tipo nella figura seguente). Questo tipo di scavo sarà essere impiegato il più possibile, compatibilmente con la natura del terreno.

SCAVO SU CARREGGIATA
PER LA POSA DELLE LINEE DELL'IMPIANTO DI IP.
SEZIONE PER SCAVO LONGITUDINALE E/O TRASVERSALE

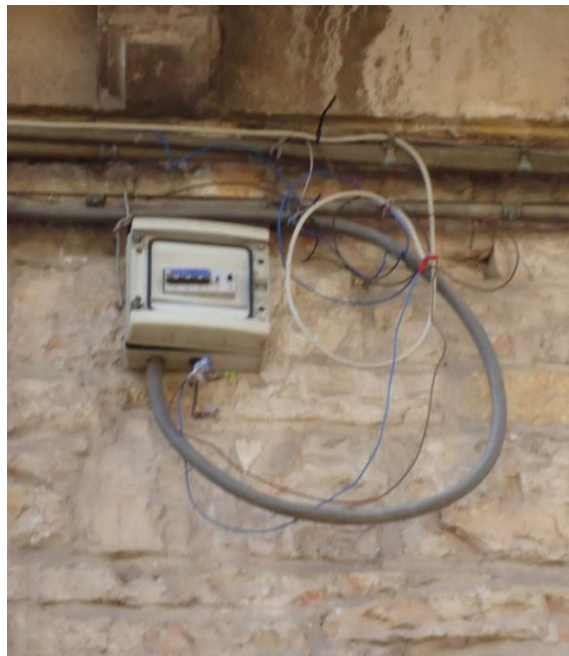


Nella realizzazione delle linee interrate è prevista la posa di pozzetti in cls 40x40 cm con chiusini in ghisa sferoidale. I pozzetti di derivazione saranno del tipo carrabile e saranno realizzati in elementi prefabbricati. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle parti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi in plastica, costituita da zone circolari con pareti a spessore ridotto. I chiusini in ghisa sferoidale, completi di telaio, saranno rispondenti alle norme UNI-EN 124 saranno di tipo B125/C250, carrabile e recheranno la marcatura prevista.

Le derivazioni ai punti luce saranno realizzate nella morsettiera (in classe II) interna all'asola di ispezione dei sostegni tramite entra/esci del cavo montante, oppure saranno realizzate all'interno dei pozzetti mediante l'utilizzo di giunti in gel in classe II di isolamento o mediante Guaina Isolante Termorestringente.

4. SOSTITUZIONE DELLE DERIVAZIONI

Le derivazioni agli apparecchi (cassette di derivazione e cavi) sono spesso fatiscenti con giunzioni prive di scatola di derivazione e spesso isolate con semplice nastro isolante, con evidente facilità di accesso alle stesse.



Per sanare tali criticità per molti punti luce saranno sostituiti anche la cassetta di derivazione (portella e morsettiera in asola palo oppure cassetta ottagonale esterna a palo/parete) ed i cavi di alimentazione apparecchio (FG7OR 2x2.5 mm²).

INTERVENTI SULLE DERIVAZIONI		
sostituzione delle derivazioni al punto luce , mediante installazione di nuovi cavi di derivazione FG7OR 2x2.5 mmq, cassetta di derivazione, morsettiera, e della portella in asola palo.	cadauno	1683

È prevista la posa di morsettiere e portelle per installazione in asola palo e/o di cassette di derivazione ottagonali, con esecuzione idonea alla classe II di isolamento.

L'installazione delle cassette e dei cavi di derivazione prevede le seguenti operazioni:

- Allestimento di tutta la segnaletica per le aree di cantiere prescritta dal codice della strada, dai Piani di Sicurezza e/o da Enti Locali;
- Apprestamento di tutte le opere provvisorie atte a garantire la viabilità dei luoghi (passerelle, ponteggi provvisori, etc.);
- Rimozione dei cavi di derivazione al punto luce esistenti;
- Rimozione delle cassette di derivazione esistenti;
- Trasporto, carico e scarico dei materiali di risulta alla pubblica discarica autorizzata e/o loro momentaneo allontanamento;
- Posa in opera dei nuovi cavi di derivazione FG7(O)R 2x2.5 mmq;
- Posa in opera delle cassette di derivazione, morsettiere e portelle
- Realizzazione delle giunzioni elettriche e dei collegamenti all'apparecchio e alla linea montante.

5. INTERVENTI SUI SOSTEGNI

Il parco sostegni è in larga parte adeguato anche se presenta una percentuale pari a circa il 20% di sostegni in condizioni critiche dal punto di vista della messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti.

La maggioranza dei sostegni non presenta criticità statiche, elettriche o illuminotecniche (ovvero legate alle dimensioni del sostegno in rapporto alla tipologia di strada da illuminare).

Negli impianti più vetusti, i pali risultano generalmente affetti da evidenti stati di ossidazione/corrosione e/o con pericolo di cedimento in quanto hanno subito danni strutturali (causati da incidenti stradali o da altri fenomeni quali eventi atmosferici ed atti vandalici).

È presente una piccola quantità di sostegni progettati con altezze ed interdistanze inadeguate alla tipologia di strada, causa di conseguenza di inefficienza di tipo illuminotecnico.

Gli interventi previsti sui sostegni sono i seguenti:

INTERVENTI SUI SOSTEGNI

<p>sostituzione di sostegno esistente con nuovo palo stradale dritto in acciaio zincato, da 6m a 10m fuori terra, troncoconico, compresa sostituzione del pozzetto, del chiusino in ghisa classe C250, della relativa giunzione con nuovo giunto in gel. I sostegni esistenti saranno sostituiti con sostegni di altezza congrua, in modo da garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.</p>	<p>cadauno</p>	<p>356</p>
<p>sostituzione di braccio a parete esistente in ferro verniciato con nuovo braccio a parete in acciaio zincato tubolare curvato oppure con nuovo attacco a parete con tasselli in acciaio zincato tubolare dritto 0,5m. Gli attacchi a parete con tasselli, avendo dimensioni ridotte sono in grado di garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.</p>	<p>cadauno</p>	<p>1</p>

La sostituzione dei pali prevede le seguenti operazioni:

- Allestimento di tutta la segnaletica prescritta per la segnalazione delle aree di cantiere dal codice della strada e/o da Enti Locali;
- Apprestamento di tutte le opere provvisoriale atte a garantire la viabilità dei luoghi;
- Picchettazione;
- Rimozione del complesso luminoso esistente;
- Verifica blocco di fondazione esistente ed eventuale realizzazione nuovo plinto di fondazione;
- Svellimento della pavimentazione;
- Rottura del sottofondo;
- Eventuale scavo di sbancamento;
- Scavo in fondazione;
- Sistemazione del terreno circostante;
- Fornitura in opera degli accessori necessari (tubi PVC per raccordi e/o formatura incavi e/o alloggiamenti);
- Fornitura, formazione e getto del calcestruzzo per la formazione dei blocchi di fondazione con le dimensioni riportate negli elaborati progettuali;
- Carico, trasporto e scarico a piè d'opera dei sostegni;
- Posizionamento, sollevamento, messa in verticale, allineamento, bloccaggio e sigillatura dei sostegni sul blocco di fondazione;

- Esecuzione (ove richiesta) dei collegamenti per la messa a terra; compreso la fornitura dei materiali occorrenti (capicorda, morsetti e conduttore);
- Realizzazione delle opere edili necessarie per l'ingresso della nuova linea interrata, oppure scavo per l'intercettazione della linea elettrica interrata esistente
- Riparazione di eventuali danni causati, dalle operazioni di scavo e/o demolizione, ad eventuali sottoservizi occulti
- Ripristino pavimentazione esistente

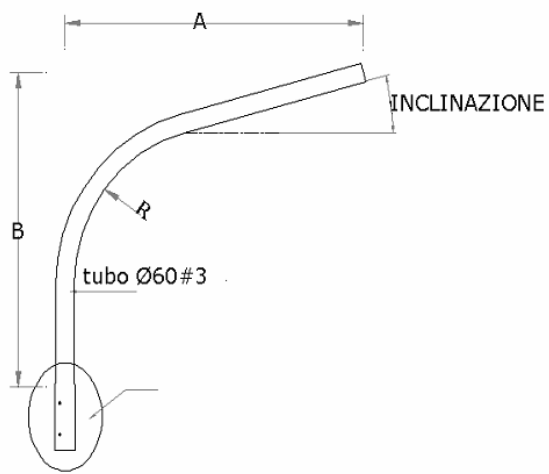
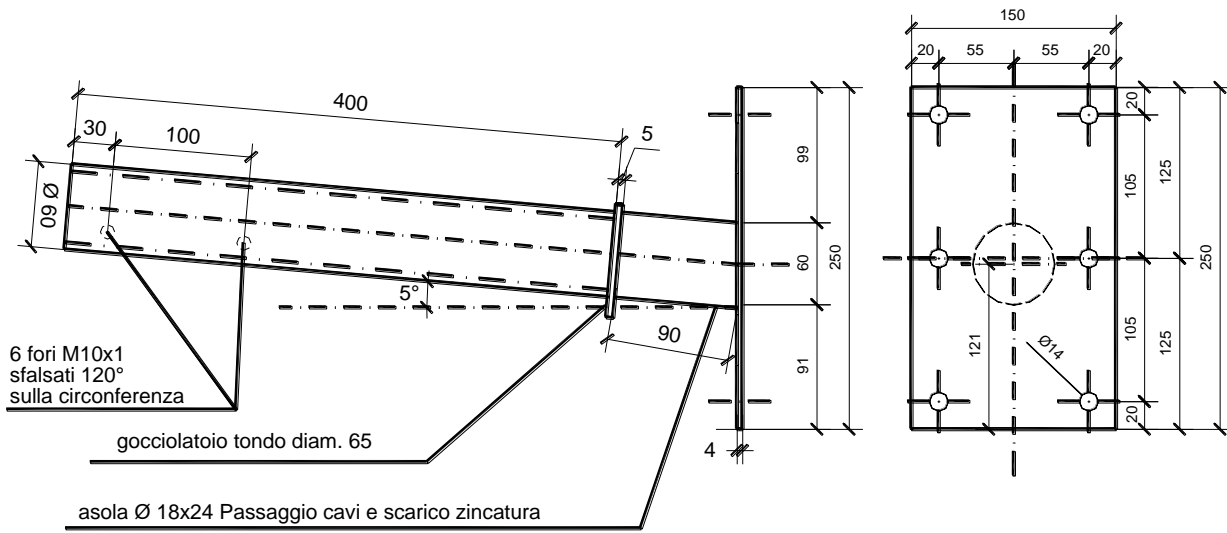
La sostituzione dei bracci a parete prevede le seguenti operazioni:

- Allestimento di tutta la segnaletica prescritta per la segnalazione delle aree di cantiere dal codice della strada e/o da Enti Locali;
- Apprestamento di tutte le opere provvisorie atte a garantire la viabilità dei luoghi;
- Picchettazione;
- Rimozione del complesso luminoso esistente;
- Carico, trasporto e scarico a piè d'opera dei sostegni;
- Posa in opera del braccio su muro con infissione di zanche e/o tasselli, con il ripristino dello stato delle murature e degli intonaci;
- Posa in opera di canalina in rame per protezione risalita linea aerea, ove richiesta;
- Esecuzione (ove richiesta) dei collegamenti per la messa a terra; compreso la fornitura dei materiali occorrenti (capicorda, morsetti e conduttore).

I **bracci a parete saranno tutti sostituiti** con nuovo attacco a parete con tasselli, in acciaio zincato, 0,5m, troncoconico dritto. Gli attacchi a parete con tasselli, avendo dimensioni ridotte sono in grado di garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.

VISTA LATERALE

VISTA FRONTALE



CODICE	DIMENSIONI			NOTE
	A (sporgenza) mm	B (altezza) mm	C (raggio di curvatura) mm	
1000/1000/05	1000	1000	500	Diametro tubo: 60,3 mm Spessore: 3 mm Inclinazione: 5°
1000/1500/05	1000	1500	500	
1500/1500/05	1000	1500	500	
2X1000/1000/05	2X1000	100	500	
2X1000/1500/05	2X1000	1500	500	
2X1500/1500/05	2X1500	1500	500	
500/0	500	300	300	Diametro tubo: 60,3 mm Spessore: 3 mm Inclinazione: 0°
2X500/0	500	300	300	
1000	-	1000	-	Diametro tubo: 60,3 mm Spessore: 3 mm

6. INTERVENTI SUGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE: SOSTITUZIONI E RICABLAGGI

Negli impianti di pubblica illuminazione sono presenti, in generale, differenti e non omogenee tipologie di apparecchi, con conseguente squilibrio nelle prestazioni illuminotecniche, determinando anche un aggravio dei costi di gestione per la maggiore necessità di magazzino, oltre che un antiestetico impatto visivo.

La verifica della rispondenza delle apparecchiature ai disposti delle linee guida Regionali contro l'inquinamento luminoso ha evidenziato quindi che una parte consistente delle stesse (72%) è difforme da quanto prescritto.

Mediamente gli apparecchi non conformi alla Legge Regionale hanno spesso un sistema d'illuminazione vetusto e ormai superato, con basso rendimento ottico e forte produzione d'inquinamento luminoso. Al contrario, sempre il linea generale, gli apparecchi con diffusore di tipo cut-off adeguati alla legge regionale sono di più recente installazione, realizzati con tecnologia attuale e rendimenti adeguati.

Il livello di obsolescenza generale degli apparecchi stradali esistenti del parco impianti è particolarmente elevato in quanto molti apparecchi stradali sono vetusti e tecnologicamente obsoleti, con bassi valori di rendimento, o con ottiche assenti o inadeguate, alcuni privi di schermo di chiusura o con coppa aperta, danneggiata o degradata, grado di protezione insufficiente, inadeguati dal punto di vista del risparmio energetico e del contenimento dell'inquinamento luminoso.

Altri apparecchi stradali seppur equipaggiati con vetro piano ed ottica cut-off sono comunque vetusti ed inefficienti, oltre che spesso installati con un angolo di inclinazione pari a circa 10° rispetto al piano definito dal manto stradale, il cui uso non è consentito a causa dell'elevato flusso luminoso disperso verso l'alto.

È quindi necessario rinnovare il parco apparecchi, andando a sostituire le vecchie armature, con apparecchi di moderna concezione, cut-off, in classe II di isolamento, che soddisfino contemporaneamente tutti i requisiti sia in termini di messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti, sia in termini di risparmio energetico e gestionale.

INTERVENTI SUGLI APPARECCHI LUMMINOSI		
sostituzione di apparecchio illuminante di tipo stradale esistente con nuovo apparecchio stradale a sorgente led, EnelSole/iGuzzini Archilede HP, EnelSole/Fivep Archilede E, EnelSole/Neri Archilede S , equipaggiato con alimentatore elettronico dimmerabile (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	1555
sostituzione di apparecchio illuminante di tipo proiettore/incasso esistente con nuovo apparecchio a sorgente led , equipaggiato con alimentatore elettronico , classe II.	cadauno	47

refitting a led di lanterne artistiche esistenti con installazione di nuova piastra con ottica cut-off a sorgenti led (GDS spa) realizzata con **alimentatore elettronico dimmerabile** (regolazione del flusso) per sorgenti led, dimmerabili, ad elevata qualità cromatica (led, Ra 65, 3000/4000 K)

cadauno

174

In questo modo, a valle degli interventi, tutti gli impianti saranno interamente equipaggiati con una tipologia di luce ad elevata qualità, tonalità bianco/calda 3000/4000K.

La sostituzione di un così consistente numero di apparecchi consente di uniformare e rendere omogeneo il parco apparecchi, con conseguente equilibrio delle prestazioni illuminotecniche, e riduzione dei costi di gestione per la minore necessità di magazzino, oltre che un migliore impatto visivo a livello estetico.

Gli apparecchi previsti hanno Ottica di tipo Cut- off, realizzata al fine di ottenere i migliori risultati illuminotecnici senza necessità di inclinare l'armatura, nel rispetto dei più restrittivi criteri di contenimento della dispersione di flusso luminoso verso l'alto. **Gli apparecchi luminosi saranno in classe II di isolamento.**

Tutti gli apparecchi post operam previsti nell'intervento rispettano pienamente le linee guida Regionali Lombardia in materia di inquinamento luminoso, sia quelli nuovi sostituiti, sia quelli esistenti ricablati. Si prevede pertanto di azzerare l'inquinamento luminoso.

Di seguito un confronto tra il parco lampade ante e post operam:

TIPO APPARECCHIO ANTE OPERAM	Q.TA'	%
Arredo	58	3%
Artistica	161	9%
Globo	564	31%
Incasso a muro	38	2%
Proiettore	9	0,1%
Stradale coppa	481	25,9%
Stradale VP	535	29%
TOTALE	1846	100,0%

TIPO APPARECCHIO POST OPERAM	Q.TA'	%
Archilede E	947	51%
Archilede Mt	608	33%
Relamping Led (Apparecchio Esistente)	174	9%
Incasso	38	2%
Esistente	70	4%
Proiettore	9	1%
TOTALE	1729	100,0%

Ogni tipologia di materiale scelto rappresenta, allo stato attuale, la soluzione tecnica più performante a disposizione.

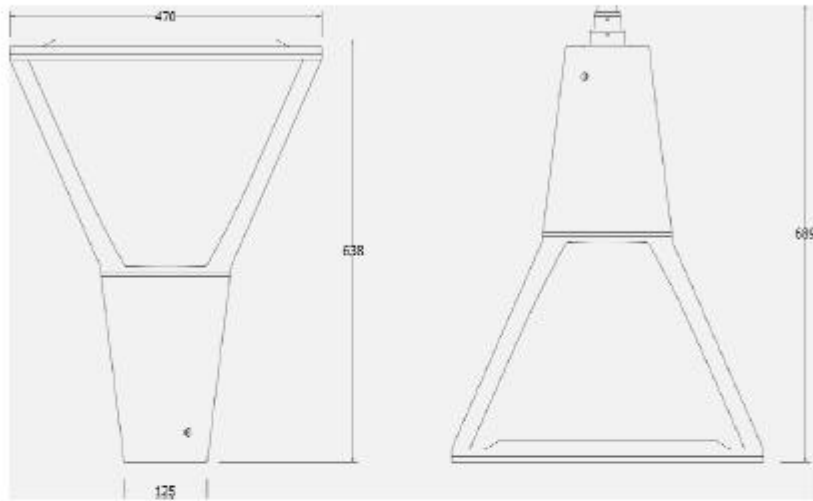
Modello	ARCHILEDE Evolution					
CORPO	COLORE	OTTICA	SORGENTE	CHIUSURA	UNITÀ ALIMENTAZIONE	
Alluminio pressofuso	Grigio RAL 9007	STRADALE E ASIMMETRICA	LED	Vetro piano	Alimentatore elettronico	
TENSIONE ALIMENTAZIONE	CLASSE DI ISOLAMENTO	PROTEZIONE UNITÀ ELETTRICA	RESISTENZA URTI SCOCCA	PESO	PIASTRA LED	
120 - 240 Vac 50 - 60 Hz		IP 66	IK04	8 Kg	Sostituibile	
16 LED			44 LED			
28 LED			44 LED			
ARCHILEDE EVOLUTION			Corrente di pilotaggio a 700 mA		Corrente di pilotaggio a 525 mA	
Numero LED	Temperstura Colore	Indice Resa Cromatica	Potenza	Flusso in uscita	Potenza	Flusso in uscita
[-]	[K]	[-]	[W]	[lm]	[W]	[lm]
16	4 000	70	38	3 750	28	2 975
28	4 000	70	66	6 450	49	5 110
44	4 000	70	101	9 940	76	7 930



I KIT LED sono disponibili con due diverse **ottiche STRADALE e ROTOSIMMETRICA**. Per ciascuna ottica sono disponibili **3 taglie di potenza**. È possibile selezionare due diverse correnti di pilotaggio (700 mA e 525 mA) dei LED per ottenere diversi livelli di flusso luminoso in uscita dall'apparecchio.

	Ottica Stradale			Ottica <u>Rotosimmetrica</u>		
Taglia	Numero LED	Potenza	Flusso in uscita	Numero LED	Potenza	Flusso in uscita
[-]	[N°]	[W]	[lm]	[N°]	[W]	[lm]
Inferiore	12	2234,7	28,4	10	1937,9	24,0
Media	16	2957,6	37,7	14	2654,5	32,6
Superiore	24	4445,6	54,7	20	3791,7	45,9

I valori sopra indicati si riferiscono alla corrente di pilotaggio di 700 mA.

ARCHILEDE MULTIPLACE TECHNOLOGY**DIMENSIONI**

Versione portata



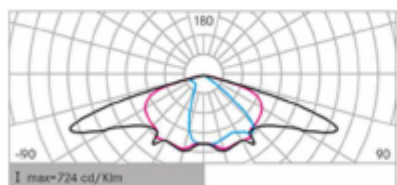
Versione sospesa

ARCHILEDE MULTIPLACE TECHNOLOGY

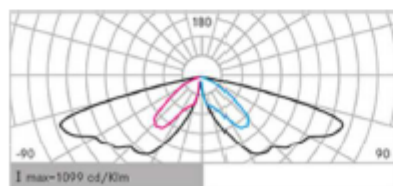
TAGLIE DI POTENZA

PORTATA		Corrente 350 mA			Corrente 525 mA			Corrente 700 mA		
LED	Ottica	Flusso uscente	Potenza assorbita	Efficienza luminosa	Flusso uscente	Potenza assorbita	Efficienza luminosa	Flusso uscente	Potenza assorbita	Efficienza luminosa
[]	[]	[lm]	[W]	[lm/W]	[lm]	[W]	[lm/W]	[lm]	[W]	[lm/W]
18	A*	2.240	21	107	3.125	32	98	3.905	43	91
14	R*	1.740	16	109	2.430	25	97	3.040	34	89
SOSPESA		Corrente 350 mA			Corrente 525 mA			Corrente 700 mA		
18	A*	2.465	21	117	3.440	32	108	4.295	43	100
24	S*	2.985	28	107	4.200	42	100	5.595	57	98
14	R*	1.915	16	120	2.675	25	107	3.345	34	98

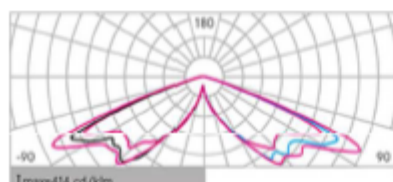
Archilede Multiplace Technology è disponibile con ottica **simmetrica**, **rotosimmetrica** ed **asimmetrica** per la versione **sospesa**, e con ottica **rotosimmetrica** ed **asimmetrica** per la versione **portata**.



*A: Asimmetrica



*S: Simmetrica



*R: Rotosimmetrica

6.1 INTERVENTI SULLE SORGENTI LUMINOSE

In totale il parco lampade risulta essere costituito da 1 846 sorgenti luminose.

Durante il periodo nel quale saranno eseguiti i lavori iniziali è prevista la sostituzione della quasi **totalità delle lampade** attualmente equipaggiate su apparecchi con nuove sorgenti a LED.

E' pertanto prevista la sostituzione delle sorgenti attualmente presenti nell'impianto di IP con sorgenti di più moderna concezione e di caratteristiche illuminotecniche e funzionali migliori.

tipo sorgente ante	W sorgente ante	Quantità ante	W totale ante	tipo sorgente post	W sorgente post	Quantità post	W totale post
FLUORESCENTE	9	30	270	LED	5	38	190
FLUORESCENTE	13	8	104	LED	32	435	13920
LED	450	12	5400	LED	32,6	27	880,2
LED	62	35	2170	LED	34	30	1020
MERCURIO	139	11	1529	LED	37,7	79	2978,3
SODIO AP	118	745	87910	LED	43	573	24639
SODIO AP	173	232	40136	LED	45,9	4	183,6
SODIO AP	277	8	2216	LED	49	468	22932
SODIO AP	433	1	433	LED	54,7	64	3500,8
SODIO AP	83	764	63412	LED	62	37	2294
		1846	203.580,00	LED	65	17	1105
				LED	76	32	2432
				LED	156	9	1404
				LED	450	12	5400
				SODIO AP	83	21	1743
						1846	84.621,90

7. SISTEMI PER LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Nel presente progetto di fattibilità, quasi tutti gli impianti saranno dotati di sistema di regolazione del flusso luminoso; le soluzioni adottate sono le seguenti:

- **REGOLAZIONE PUNTUALE MEDIANTE ALIMENTATORE ELETTRONICO DIMMERABILE STAND-ALONE:** Apparecchi di illuminazione per sorgenti led (nuovi, Archilede HP) equipaggiati con alimentatore elettronico dimmerabile, che permette la regolazione puntuale del flusso luminoso mediante commutazione automatica con profilo tarabile in modo continuo sia in ampiezza che in durata, senza l'adozione dei regolatori.

- **APPARECCHI NON REGOLATI:** La variazione del flusso luminoso sarà estesa a tutti gli impianti esistenti con tecnologia equipaggiata puntualmente su ogni singolo punto luce, come definito nei 2 punti precedenti, ad eccezione di alcuni pochi apparecchi di illuminazione (circa 20 su oltre 1600) che non ne consentono l'agevole installazione per motivi di ingombri e/o per la tecnologia con cui sono realizzati: incassi, proiettori, bollard, ecc..

TIPO DI SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO INSTALLATO	Q.TA' PUNTI LUCE
PUNTUALE ALIMENTATORE ELETTRONICO DIMMERABILE STAND ALONE	1 729
NESSUNA REGOLAZIONE	117
TOTALE	1 846

8. CORRETTO DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICO DEGLI IMPIANTI, IN RELAZIONE ALLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DELLA STRADA

Con gli interventi in progetto si intende conferire a ciascuna strada i giusti valori di illuminamento (in termini qualitativi e quantitativi) così come prescritto dalle norme di riferimento, mediante un progetto illuminotecnico nel quale, partendo da un'analisi del tessuto viario della città, siano attribuiti alle singole strade, senza eccedere, i livelli di illuminamento prescritti dalle normative.

Per ottenere il corretto dimensionamento illuminotecnico degli impianti conformemente alle Normative vigenti occorre attenersi, tra le altre, alle prescrizioni della Norma UNI EN 13201 e della Norma UNI 11248, che prescrivono, in funzione della Categoria Illuminotecnica assegnata a ciascuna strada, i requisiti illuminotecnici che gli impianti IP devono garantire.

9. RISPARMIO ENERGETICO ED IMPATTO AMBIENTALE

Nei paragrafi precedenti sono stati evidenziati gli interventi proposti, molti dei quali determinano una riduzione dei consumi con conseguente risparmio energetico.

Il risparmio energetico ottenibile attraverso questi interventi proposti sugli impianti esistenti di illuminazione pubblica, viene di seguito calcolato rispetto allo stato attuale degli stessi.

Il risparmio energetico è calcolato confrontando il consumo energetico annuale ante operam con il consumo energetico annuale post operam (a valle degli interventi previsti nel presente progetto di fattibilità).

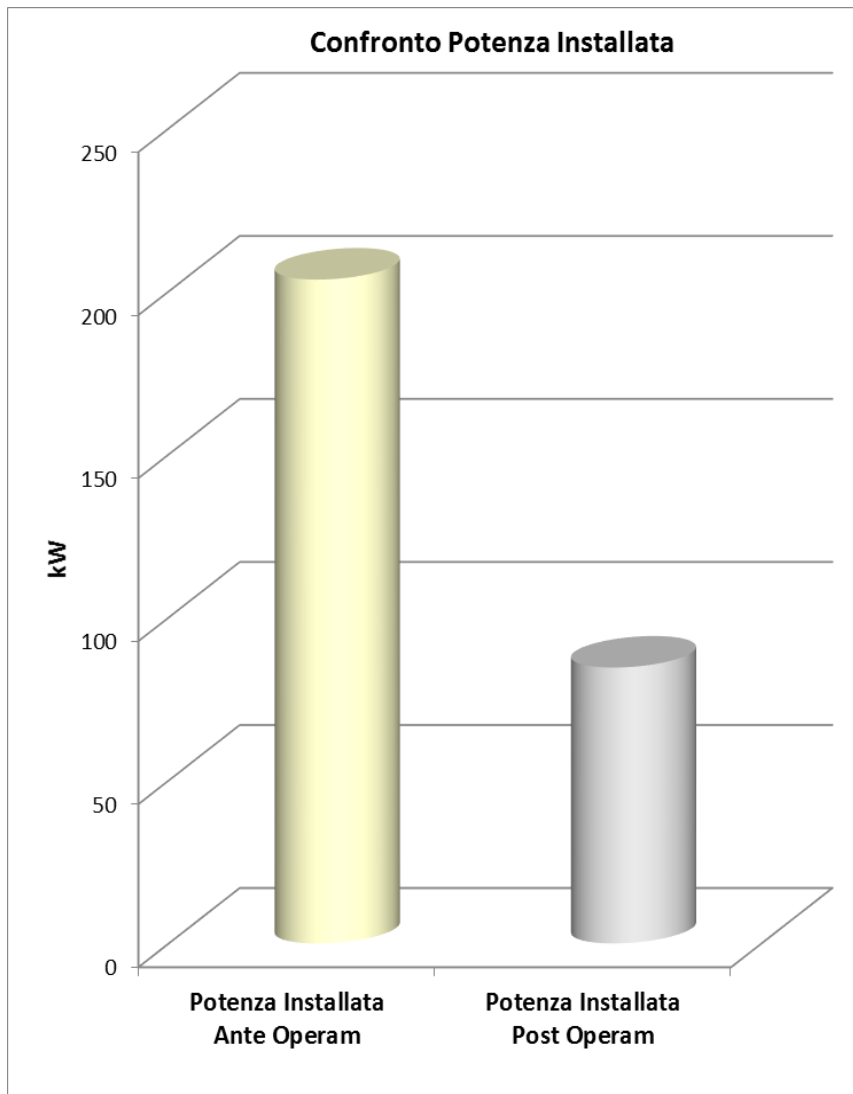
I consumi energetici ante operam sono calibrati sull'effettiva consistenza attuale degli impianti di pubblica illuminazione della città (costituiti da 1 846 punti luce e 23 quadri elettrici di protezione e comando).

Il parco lampade ante operam e post operam è indicato rispettivamente nelle seguenti tabelle.

ANTE OPERAM				POST OPERAM			
tipo	W	Quantità	W totale	tipo	W	Quantità	W totale
FLUORES CENTE	9	30	270	LED	5	38	190
FLUORES CENTE	13	8	104	LED	32	435	13920
LED	450	12	5400	LED	32,6	27	880,2
LED	62	35	2170	LED	34	30	1020
MERCURI O	139	11	1529	LED	37,7	79	2978,3
SODIO AP	118	745	87910	LED	43	573	24639
SODIO AP	173	232	40136	LED	45,9	4	183,6
SODIO AP	277	8	2216	LED	49	468	22932
SODIO AP	433	1	433	LED	54,7	64	3500,8
SODIO AP	83	764	63412	LED	62	37	2294
		1846	203.580,00	LED	65	17	1105
				LED	76	32	2432
				LED	156	9	1404
				LED	450	12	5400
				SODIO AP	83	21	1743
						1846	84.621,90
							58%

La potenza installata sarà quindi ridotta di oltre il 58% grazie agli interventi proposti.

POTENZA COMPRESI ACCESSORI	INSTALLATA	kw		
ANTE OPERAM		204		
POST OPERAM		85	- 58%	rispetto all'ante operam
POTENZA TOTALE COMPRESI (ANTE OPERAM - POST OPERAM)	RISPARMIATA ACCESSORI	119		



Per valutare il conseguente risparmio energetico occorre calcolare l'energia assorbita nel corso di un anno dall'installazione esistente (ante operam) e quella assorbita nel corso di un anno dalle stesse installazioni a valle degli interventi previsti (post operam) considerando ovviamente anche gli effetti dei sistemi di riduzione della potenza installati in ciascun impianto, quando presenti.

Di seguito **il calcolo del consumo energetico ante operam**, partendo dal database di censimento che descrive puntualmente il parco lampade ante operam, dettagliando anche la presenza di eventuali sistemi di riduzione della potenza installati (regolatori di flusso, tutta-notte / mezza-notte, ecc.).

I coefficienti R di riduzione della potenza associati ai vari sistemi esistenti sono i seguenti:

	R
nessuna regolazione	1
regolazione di flusso	0,7
tutta-notte / mezza-notte	0,5
regolazione di flusso + tutta-notte / mezza-notte	$0,7 \times 0,5 = 0,35$

Il coefficiente associato alla regolazione di flusso è stato calcolato stimando che eventuali sistemi di regolazione del flusso funzionino con un coefficiente pari a 0,7 (ovvero riduzione del 30% di potenza durante le ore di regolazione).

Il coefficiente associato al tutta-notte / mezza-notte è stato calcolato stimando che venga spenta 1 lampada su 2, ovvero un coefficiente pari a 0,5.

Per il calcolo dell'energia elettrica sono stati considerati inoltre i seguenti parametri:

K	1,05	coefficiente % di aumento della potenza installata, per tener conto delle perdite di linea
H	4306 h	ore annue di accensione totali annue dell'impianto di pubblica illuminazione
Hr	3026 h	ore annue di funzionamento annue dell'impianto di pubblica illuminazione durante la fase di regolazione del flusso luminoso (regolazione dalle ore 22:00)

Per ciascuna lampada, considerando la potenza totale assorbita dal sistema (incluse le perdite negli accessori) la formula adottata per il calcolo dell'energia è la seguente:

$$\frac{\text{kW} \times \text{K} \times [\text{H-Hr}] + \text{kW} \times \text{K} \times \text{Hr} \times \text{R}}{\text{energia assorbita}} = \text{annua}$$

La potenza installata attualmente, comprese le perdite negli accessori, risulta pari a 204,6 kW (tabella precedente).

Il Consumo Energetico Ante Operam e' quindi pari a **901 806 kWh/anno**.

Di seguito **il calcolo del consumo energetico post operam**, partendo dal database di censimento che descrive puntualmente il parco lampade post operam, dettagliando anche la presenza di eventuali sistemi di riduzione della potenza installati (regolatori di flusso, tutta-notte / mezza-notte, ecc.).

I coefficienti R di riduzione della potenza associati ai vari sistemi esistenti sono i seguenti:

	R
NESSUNA REGOLAZIONE	1
ALIMENTATORE BIREGIME	0,7
ALIMENTATORE ELETTRONICO (LED)	0,7

Il coefficiente associato a tutti i sistemi di regolazione del flusso luminoso è pari a 0,7 (ovvero riduzione del 30% di potenza durante le ore di regolazione).

Per il calcolo dell'energia elettrica sono stati considerati inoltre i seguenti parametri:

K	1,05	coefficiente % di aumento della potenza installata, per tener conto delle perdite di linea
H	4113 h	ore annue di accensione totali annue dell'impianto di pubblica illuminazione (orologio astronomico)
Hr	2926 h	ore annue di funzionamento annue dell'impianto di pubblica illuminazione durante la fase di regolazione del flusso luminoso (regolazione dalle ore 22:00)

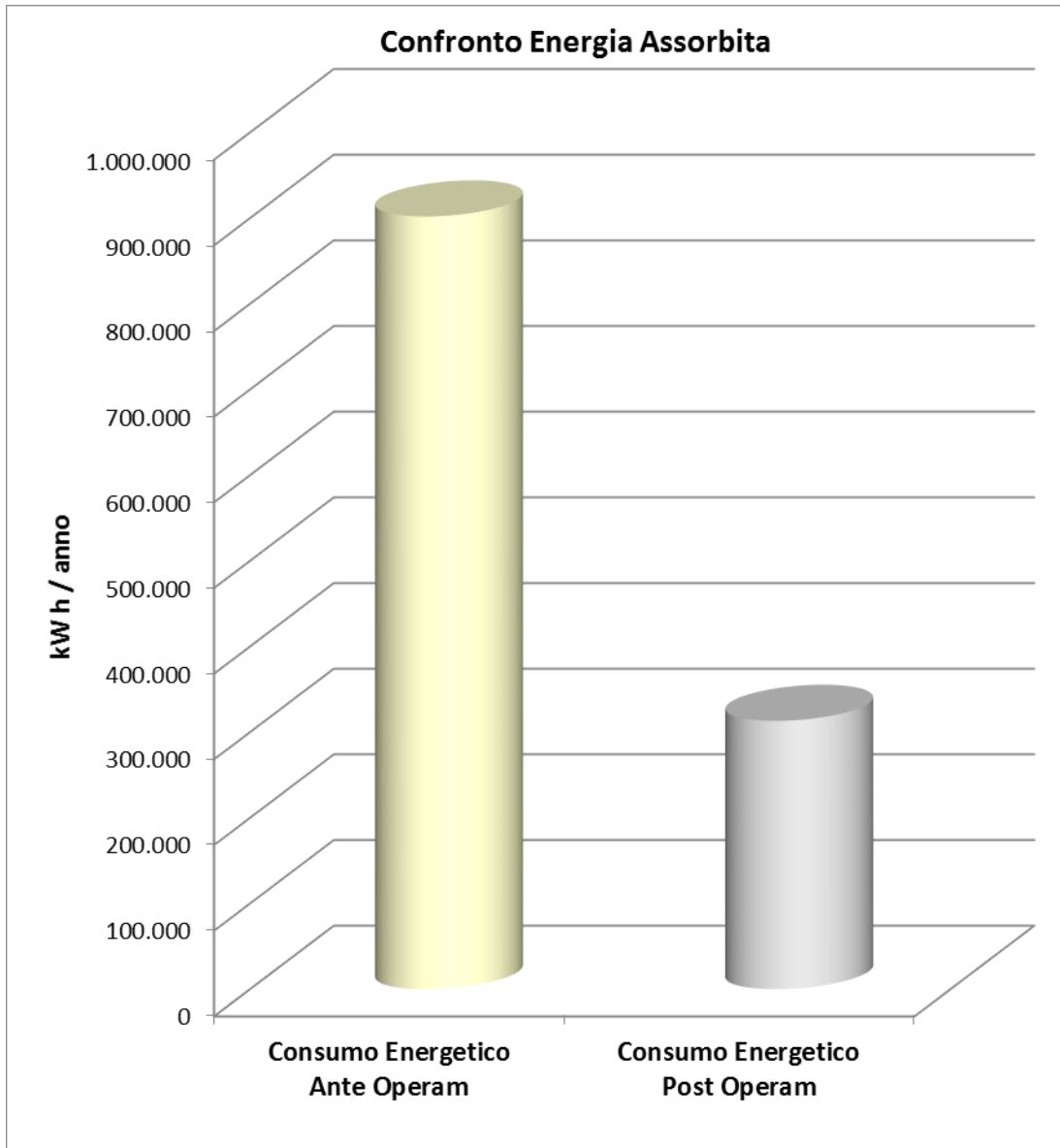
Per ciascuna tipologia di lampada, considerando la potenza totale assorbita dal sistema (incluse le perdite negli accessori) la formula adottata per il calcolo dell'energia è la seguente:

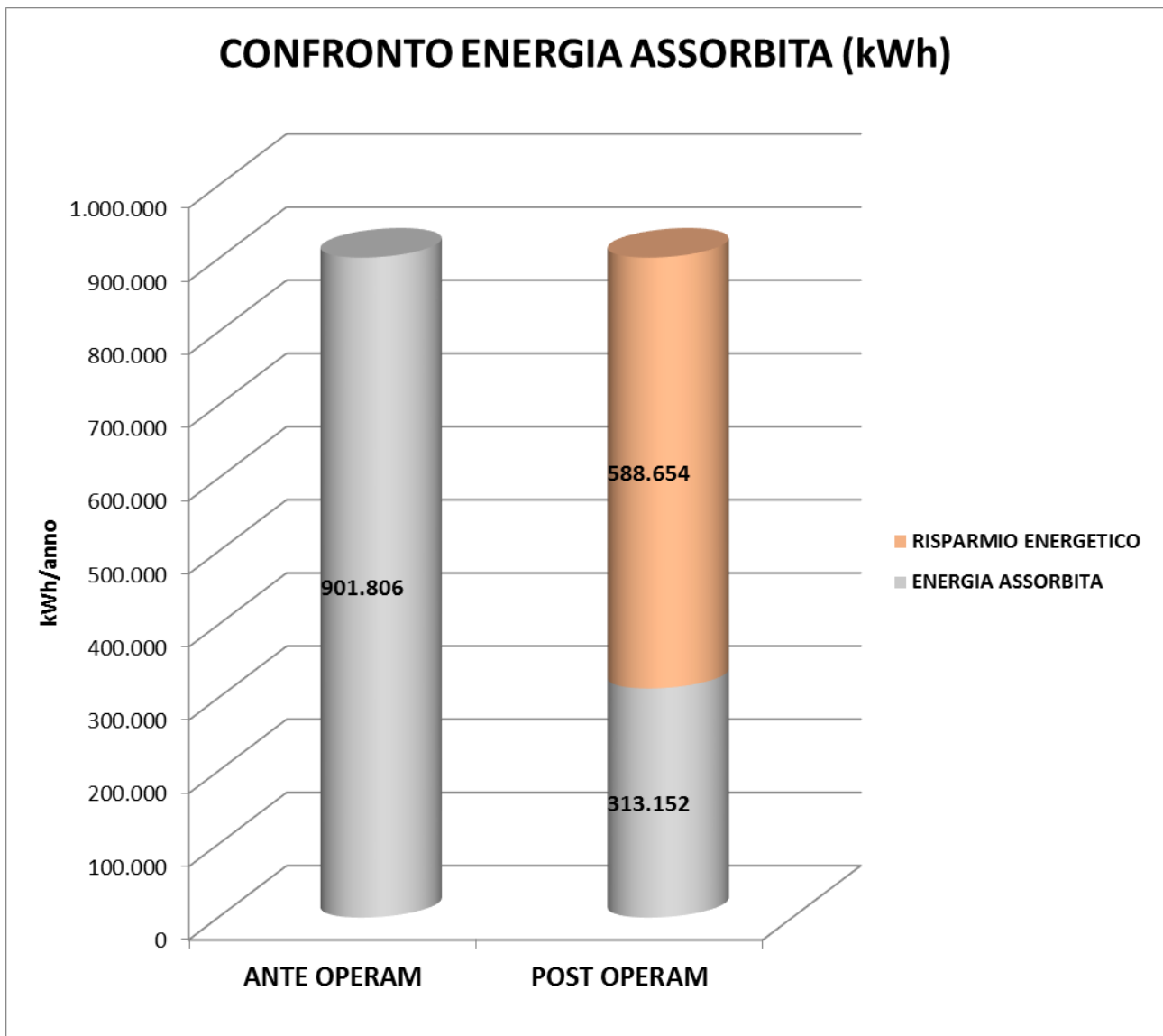
$$\begin{array}{rcl} \text{kW} \times \text{K} \times [\text{H-Hr}] & + & \\ \text{kW} \times \text{K} \times \text{Hr} \times \text{R} & = & \\ \hline & & \text{energia annua assorbita} \end{array}$$

Il Consumo Energetico Post Operam e' quindi pari a **313 152 kWh/anno**.

Ovvero, è possibile conseguire attraverso gli interventi proposti sugli impianti esistenti una riduzione dell'energia assorbita come riassunto in tabella.

energia assorbita ante operam	901 806	kW h / anno		
energia assorbita post operam	313 152	kW h / anno	- 62%	rispetto all'ante operam
Risparmio Energetico Totale	588 654	kW h / anno		





IL RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE E' PARI A 588 MWh/anno, CORRISPONDENTE AD UN RISPARMIO DEL 65% RISPETTO ALLO STATO ANTE OPERAM

10. BENEFICI AMBIENTALI ATTESI

Gli interventi previsti per la riduzione dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico si traducono anche in benefici in termini ambientali.

Il risparmio energetico viene oggi solitamente espresso in TEP.

Il TEP (tonnellate equivalenti di petrolio; in lingua inglese: tonne of oil equivalent, TOE) rappresenta la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata

di petrolio grezzo; vale circa 42 GJ. Il valore è fissato convenzionalmente, dato che le diverse varietà di petrolio posseggono diversi poteri calorifici e le convenzioni attualmente in uso sono più di una. È un'unità di misura usata per rendere più maneggevoli le cifre relative a grandi valori di energia. L'energia liberata dalla combustione di una tonnellata di petrolio è più intuitiva dell'equivalente valore di 42 miliardi di Joule. Sono pure utilizzati i multipli MTOE (un milione di TOE) e GTOE (un miliardo di TOE).

In riferimento alla Delibera EEN 3/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, datata 28 marzo 2008, si assume come fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio (TEP o TOE) il seguente parametro:

fattore di conversione = 0.187×10^{-3} TEP/kWh

Considerando il risparmio energetico conseguito con gli interventi sugli impianti di pubblica illuminazione l'energia complessivamente risparmiata si traduce in tonnellate equivalenti di petrolio risparmiato annualmente con gli interventi previsti, rispetto all'impianto esistente:

energia assorbita ante operam	901.806	kW h / anno		
energia assorbita post operam	313.152	kW h / anno	-	65% rispetto all'ante operam
Risparmio Energetico Totale	588.654	kW h / anno		
Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate ogni anno	110	TEP / anno		

Per effettuare la conversione dei TEP in CO₂, occorre considerare la TABELLA DEI PARAMETRI STANDARD NAZIONALI dei "Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO₂ nell'inventario nazionale UNFCCC" del Piano Nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, che introduce i fattori di conversione dei TEP in CO₂ emessa.

PARAMETRI STANDARD ¹ - COMBUSTIBILI/MATERIALI					
Combustibile/Materiale	Unità di misura utilizzata per consumo di combustibile	Fattore Emissione ² (tCO ₂ /Un. di misura quantità)	Coefficiente Ossidazione	PCI	Unità di Misura PCI
Gas naturale (metano)	1000 Stdm ³	1,956	1	8,376	Mcal/Stdm ³
	TJ	55,820	1	35,046	GJ/1000 Stdm ³
Olio combustibile	TJ	76,328	1	41,163	GJ/t
	t	3,142	1	0,984	tep/t
Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)	TJ	73,587	1	42,877	GJ/t
	t	3,155	1	1,025	tep/t
Benzina senza piombo per autotrazione (dati sperimentali)	t	3,140	1	42,817	GJ/t
				1,023	tep/t
GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)	t	3,024	1	46,110	GJ/t
				1,102	tep/t
Coke da petrolio (pet coke)	TJ	94,074	1	34,098	GJ/t
	t	3,208	1	0,847	tep/t
Carbone da vapore	TJ	93,84	1	25,153	GJ/t
	t	2,360	1	0,601	tep/t
Coke (metallurgico)	TJ	110,097	1	29,045	GJ/t
	t	3,198	1	0,694	tep/t
Carbone per cokeria, altro carbone bituminoso	TJ	97,66	1	30,961	GJ/t
	t	3,024	1	0,74	tep/t
Agglomerati di carbone (sub-bituminoso)	TJ	96,1	1	n.d.	tep/t
Gas derivati di raffineria	TJ	57,386	1	47,298	GJ/t
	t	2,693	1	1,122	tep/t
Gas derivati da cokeria	1000 Stdm ³	0,761	1	4,191	Mcal/Stdm ³
	TJ	43,412	1	17,533	GJ/1000 Stdm ³
Gas derivati da convertitore	1000 Stdm ³	1,158	1	1,143	Mcal/Stdm ³
	TJ	194,068	1	5,965	GJ/1000 Stdm ³
Idrocarburi pesanti per gassificazione	t	3,132	1	0,930	tep/t
Gas derivati di altoforno	1000 Stdm ³	0,905	1	0,855	Mcal/Stdm ³
	TJ	253,196	1	3,576	GJ/1000 Stdm ³
Oriemulsion	TJ	77	1	27,50	GJ/t
Virgin nafta	TJ	73,3	1	44,5	GJ/t

Si può prendere ad esempio a riferimento come materia prima l'olio combustibile, avente fattore di conversione pari a $3,142/0,984 = 3,193$ tCO₂/tep.

Possiamo ora calcolare la quantità di CO₂ che i nuovi impianti previsti in progetto non immetteranno in atmosfera rispetto agli impianti esistenti, grazie al progetto proposto:

Risparmio Energetico Totale	588.654	kW h / anno
Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate ogni anno	110	TEP / anno
Tonnellate di CO2 risparmiate ogni anno	351	t CO2 / anno

10.1 LIMITAZIONE DELLA LUCE DISPERSA E DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Si intende per "inquinamento luminoso" ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa e' funzionalmente dedicata ed in particolare modo verso la volta celeste.

Le leggi e le Normative in materia limitano l'inquinamento luminoso al fine di promuovere le attività di ricerca e divulgazione scientifica degli Osservatori Astronomici ed ovviamente al fine di evitare inutili sprechi di energia.

I nuovi impianti, devono essere realizzati in conformità alla Norma UNI EN 13201 e UNI 10819 " Requisiti per la limitazione della luminanza del cielo da luce artificiale" e delle eventuali Leggi Regionali in materia.

Tutti gli apparecchi post operam previsti nell'intervento rispettano pienamente le linee guida regionali in materia di inquinamento luminoso, sia quelli nuovi sostituiti, sia quelli esistenti ricablati.

11. SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Di seguito le tabelle che sintetizzano tutti gli interventi proposti.

DESCRIZIONE	u.m.	QTA'
sostituzione di quadri elettrici di protezione e comando, con nuovi quadri elettrici equipaggiati con orologio astronomico per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare). Compresa sostituzione del pozzetto, del chiusino in ghisa classe C250 e delle giunzioni.	cadauno	15
revisione dei quadri elettrici esistenti (sostituzione di componenti vetusti, rifacimento cablaggi delle apparecchiature) ed installazione di orologio astronomico per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare)	cadauno	7

<p>sostituzione di sostegno esistente con nuovo palo stradale dritto in acciaio zincato, da 6m a 10m fuori terra, troncoconico, compresa sostituzione del pozzetto, del chiusino in ghisa classe C250, della relativa giunzione con nuovo giunto in gel. I sostegni esistenti saranno sostituiti con sostegni di altezza congrua, in modo da garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.</p>	<p>cadauno</p>	<p>356</p>
<p>sostituzione di braccio a parete esistente in ferro verniciato con nuovo braccio a parete in acciaio zincato tubolare curvato oppure con nuovo attacco a parete con tasselli in acciaio zincato tubolare dritto 0,5m. Gli attacchi a parete con tasselli, avendo dimensioni ridotte sono in grado di garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.</p>	<p>cadauno</p>	<p>1</p>
<p>sostituzione delle derivazioni al punto luce, mediante installazione di nuovi cavi di derivazione FG7OR 2x2.5 mmq, cassetta di derivazione, morsettiera, e della portella in asola palo.</p>	<p>cadauno</p>	<p>1683</p>
<p>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo stradale esistente con nuovo apparecchio stradale a sorgente led, EnelSole/iGuzzini Archilede HP, EnelSole/Fivep Archilede E, EnelSole/Neri Archilede S, equipaggiato con alimentatore elettronico dimmerabile (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II.</p>	<p>cadauno</p>	<p>1602</p>
<p>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo proiettore/incasso esistente con nuovo apparecchio a sorgente led, equipaggiato con alimentatore elettronico</p>	<p>cadauno</p>	<p>47</p>
<p>refitting a led di lanterne artistiche esistenti con installazione di nuova piastra con ottica cut-off a sorgenti led (GDS spa) realizzata con alimentatore elettronico dimmerabile (regolazione del flusso) per sorgenti led, dimemrabili, ad elevata qualità cromatica (led, Ra 65, 3000/4000 K)</p>	<p>cadauno</p>	<p>174</p>