



Regione Siciliana

# COMUNE DI PARTANNA



Provincia Regionale di Trapani

3<sup>A</sup> SETTORE URBANISTICA E LAVORI PUBBLICI

III SETTORE - URBANISTICA E LAVORI PUBBLICI

Progetto di:

**LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA E DI ADEGUAMENTO NORMATIVO SUGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI PARTANNA.**

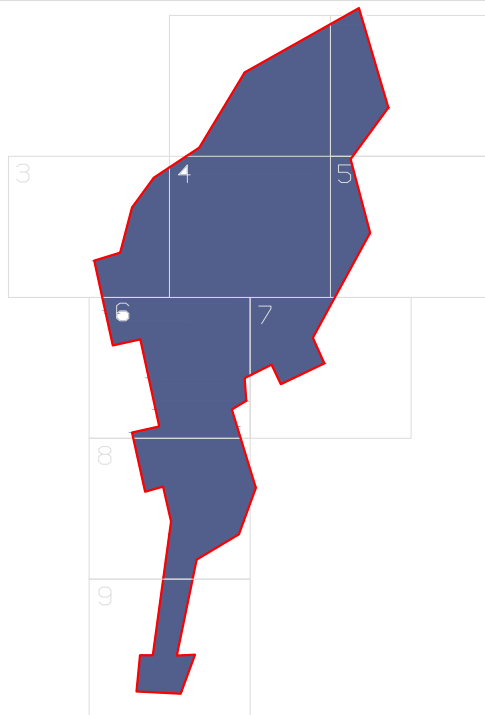
preliminare		scala	tavola	data
definitivo				
esecutivo	■			

Elaborati  
**RELAZIONE TECNICO\_SPECIALISTICA**

Il progettista



Arch. Antonino **Atria**



- Relazione generale
- Relazione tecnico\_economica
- Relazione tecnico\_specialistica
- Elaborati grafici
  - Tav. eg\_eg1\_eg2 Stato di fatto
  - Tav. eg3\_eg4\_eg5 Stato futuro
  - Tav. eg6 Particolari costruttivi
  - Tav. eg7 Sezioni stradali tipiche
- Prospetto riepilogativo tipologie impianto di illuminazione esistente e in progetto
- Calcoli esecutivi degli impianti
- Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
- Piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs. 81/08 e quadro di incidenza della monodopera
- Computo metrico estimativo e quadro economico
- Cronoprogramma
- Elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi prezzi
- Schema di contratto e capitolato speciale di appalto

Il sottoscritto, nella qualità di Responsabile Unico del Procedimento, attesta la validazione del presente progetto, ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. 50/2016 ex. artt. 55,56 e 59 del D.P.R. 207/2010, ed esprime parere favorevole ai sensi dell'art. 5 della L.R. n.12 del 2011

Il Responsabile Unico del Procedimento

Ing. NINO RISCIOTTA

Il Verificatore ai sensi e per gli effetti dell'art. 26  
Comma 8, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.l.



visti e annotazioni

## **PREMESSA**

La presente relazione tecnica specialistica è relativa alla fase esecutiva del progetto per la *REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA E DI ADEGUAMENTO NORMATIVO SUGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA* attraverso la sostituzione delle armature stradali esistenti con armature stradali a LED, il rifacimento di un intero tratto di illuminazione pubblica compresa fra la via Castelvetro e la via Selinunte e la sostituzione dei corpi illuminanti installati riguardanti le lanterne storiche in parte inserendo un kit refitting a LED ed in parte sostituendo la lanterna storica completamente e installando una Lanterna LED nuova.

In particolare si dimostrerà, in questa relazione, la fattibilità economica/finanziaria dell'intervento da attuarsi. Infatti la carenza di risorse finanziarie pubbliche è purtroppo oggi un forte ostacolo per lo sviluppo e l'ammodernamento degli impianti di pubblica illuminazione, ostacolo che impedisce di pervenire ad una maggiore efficienza e di una progressiva riduzione dei consumi e degli sprechi. Oggi però il settore dell'illuminazione pubblica rappresenta un campo d'azione con enormi potenzialità per la diffusione sul mercato di tecnologie energetiche tecnicamente avanzate ed economicamente convenienti.

## **EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>**

In Italia nel 2009 per l'illuminazione pubblica sono stati consumati 6,3 TWh, pari al 2% del totale dei consumi elettrici totali. Tali consumi hanno determinato l'immissione in atmosfera di più di 3 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Un'Amministrazione che decide di intervenire con misure di efficienza energetica nel settore dell'illuminazione pubblica urbana inevitabilmente, oltre ad una riduzione dei costi economici e al risparmio dell'energia, permette la salvaguardia dell'ambiente, grazie anche ad una riduzione delle emissioni in atmosfera in termini di CO<sub>2</sub>. Valutato il risparmio energetico prodotto dagli interventi realizzati è possibile quantificare la riduzione delle emissioni prodotte moltiplicando i kWh di energia elettrica risparmiati per il fattore di emissione della CO<sub>2</sub>. Si può assumere come fattore di emissione standard nazionale per il consumo di elettricità il valore di 0,483 t CO<sub>2</sub>/MWh.

## RIFERIMENTI NORMATIVI E PRESCRIZIONI GENERALI

Tutti gli interventi di riqualificazione energetica, di manutenzione straordinaria, di innovazione tecnologica, devono essere realizzati nel rispetto di tutte le normative vigenti. Laddove sia necessaria un'autorizzazione specifica da parte di Enti Amministrativi o Enti di controllo (Comuni, Province, Regioni, Enti Statali, VVFF, ASP, ecc.)

Legge 186 1/3/1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici
Direttiva 2006/95/CE (LVD) attuata mediante D. Lgs 25/11/96 n. 626	"Concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione"

Direttiva 2004/108/CE (EMC) attuata mediante D. Lgs. 6/11/07, n.194	"Concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilita elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336CEE"
2002/95/CE (RoHS) 2011/65/EU dal 03-01-2013	Restriction of Hazardous Substance (recepita nell'ordinamento italiano con D.Lgs 25 luglio 2005,n. 151). La suddetta direttiva tratta l'autorizzazione e la restrizione all'utilizzo di sostanze chimiche nel ciclo di produzione dei prodotti acquistati nonche il divieto e la limitazione di utilizzo di piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente ed alcuni ritardanti di fiamma nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche.
Regolamento CE 1907/2006 del 18 Dicembre 2006 - REACH	"Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals". Il suddetto regolamento tratta la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione all'uso di sostanze chimiche utilizzate nel ciclo di produzione dei prodotti acquistati

Codice Norma	Descrizione
CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione - Parte 1 - Prescrizioni generali e prove
CEI EN 60598-2-3	Apparecchi di illuminazione - Parte 2 - Prescrizioni particolari - Sez. 3 - Apparecchi di illuminazione stradale
CEI EN 60598-2-5	Apparecchi di illuminazione - Parte 2 - Prescrizioni particolari - Sez. 5 - Proiettori
CEI EN 61547	Apparecchiature per l'illuminazione generale - Prescrizioni di immunita EMC (Compatibilita Elettromagnetica)
CEI EN 55015	Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radio disturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
CEI EN 61000-3-2	Compatibilita elettromagnetica (EMC) - Parte 3.2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso < 16 A per fase

CEI EN 61000-3-3	Compatibilita elettromagnetica (EMC) - Parte 3.3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale <=16A e non soggette ad allacciamento su condizione
------------------	---

UNI EN 13032-1	Luce e illuminazione – Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione – Parte 1: Misurazione e formato di file
UNI 11356	Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione
CEI 23-42 CEI 23-44	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche
CEI EN 61347-1	Unità di alimentazione di lampade – Parte 1 – Prescrizioni generali e di sicurezza
CEI EN 61347-2-1 (sicurezza)+ CEI EN 60927 (prestazioni)	Unità di alimentazione di lampade – Parte 2-1 – Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore)
CEI EN 61347-2-3 (sicurezza) + CEI EN 60929 (prestazioni)	Unità di alimentazione di lampade – Parte 2-3 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettronici per lampade tubolari a fluorescenza
CEI EN 61347-2-8 (sicurezza)+ CEI EN 60921 (prestazioni)	Unità di alimentazione di lampade – Parte 2-8 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettromagnetici per lampade tubolari a fluorescenza
CEI EN 61347-2-9 (SICUREZZA) + CEI EN 60923 (PRESTAZIONI)	Unità di alimentazione di lampade – parte 2-9 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettromagnetici per lampade a scarica
CEI EN 61347-2-13 (sicurezza)+ CEI EN 62384 (prestazioni)	Unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli led
CEI EN 61048 (sicurezza)+ CEI EN 61049 (prestazioni)	Ausiliari per lampade – Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica
CEI EN 60238	Portalampade a vite Edison
CEI EN 60400	Portalampade per lampade fluorescenti tubolari e portastarter
CEI EN 60838-1	Portalampade eterogenei - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI EN 61184	Portalampade a baionetta
CEI EN 60838-2-2	Prescrizioni sui connettori da utilizzare in apparecchi LED
CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione, prescrizioni generali e prove
CEI EN 62035 (sicurezza)	Lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti)
CEI EN 60662 (prestazioni)	Lampade a vapori di sodio ad alta pressione
CEI EN 61167 (prestazioni)	Lampade ad alogenuri metallici
CEI EN 60192 (prestazioni)	Lampade a vapori di sodio a bassa pressione
CEI EN 60188	Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione
CEI EN 61195 (sicurezza)+ CEI EN 60081 (prestazioni)	Lampade fluorescenti a doppio attacco
CEI EN 61199 (sicurezza)+ CEI EN 60901 (prestazioni)	Lampade fluorescenti con attacco singolo
CEI EN 62031	Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza
UNI EN 40-1	Pali per illuminazione – Termini e definizioni
UNI EN 40-2	Pali per illuminazione pubblica – Parte 2: Requisiti generali e dimensioni

UNI EN 40-3-1	Pali per illuminazione pubblica – Progettazione e verifica – Specifica dei carichi caratteristici
UNI EN 40-3-2	Pali per illuminazione pubblica – Progettazione e verifica – Verifica tramite prova
UNI EN 40-3-3	Pali per illuminazione pubblica – Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo
UNI EN 40-4	Pali per illuminazione pubblica – Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso
UNI EN 40-5	Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
UNI EN 40-6	Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di alluminio
UNI EN 40-7	Pali per illuminazione pubblica – Parte 7: Requisiti per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrorinforzati

CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare
CEI EN 60439	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione

UNI 10819	Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
UNI 11095	Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie
CIE 88/2004	"Guide for the lighting of road tunnels and underpasses"
UNI 11248	Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
UNI EN 12665	Luce e illuminazione – Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
UNI 13201-2	Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI 13201-3	Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI 13201-4	Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
UNI 11431	Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
CEI 64-7	Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua
UNI EN 12193	Luce e illuminazione – Illuminazione di installazioni sportive

**NORMATIVA UNI 11248**

Tabella A – INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO

Tipo	Descrizione	Limiti di velocità km/h	Categoria illuminotecnica di riferimento
A1	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
A1	Autostrade urbane	130	ME1
A2	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a
A2	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	ME3a
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
B	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	ME3a
C	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
C	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	50	ME3a
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3a
E	Strade urbane di quartiere	50	ME3c
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	ME3c
F	Strade locali extraurbane	50	ME3a
F	Strade locali extraurbane	30	ME4b
F	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	S3
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	ME4b
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4
F	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3
F	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
F	Strade locali interzonali	50	-
F	Strade locali interzonali	30	-
-	Piste ciclabili	Non dichiarato	S3
-	Strade a destinazione particolare	30	-

**Tabella B - COMPARAZIONE DI CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE**

-	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6	-	-
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6

**Tabella C - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE ADDIZIONALI**

Categoria illuminotecnica di riferimento	CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
Categoria illuminotecnica di riferimento	-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Categoria illuminotecnica aggiuntiva	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-

**Tabella D - PARAMETRI DI INFLUENZA (SE RILEVANTI) CONSIDERATI PER LE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI RIFERIMENTO DI CUI ALLA TABELLA A PER DEFINIRE LA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO**

Tipo di strada	Parametro di influenza									
	Flusso di traffico	Complessità del campo visivo	Zona di conflitto	Dispositivi rallentatori	Indice di rischio di aggressione	Pendenza media	Indice livello luminoso ambiente	Pedoni		
A1	Massimo	Elevata	-							
A2		Normale								
B		-	Assente						Assente	Normale
C										
D										
E										
F		Normale								
Piste ciclabili	-	-	-	-	<=2%	Amb.urbano	Non ammessi			

**Tabella E - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE ME: STRADE A TRAFFICO MOTORIZZATO DOVE È APPLICABILE IL CALCOLO DELLA LUMINANZA, PER CONDIZIONI ATMOSFERICHE PREVALENTEMENTE ASCIUTTE**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	L min.mantenuta [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo min.	Ul min.	Tl% max (+5% per sorgenti a bassa luminanza)	SR 2 min. (in assenza di aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata)
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	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

**Tabella F - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE MEW: STRADE A TRAFFICO MOTORIZZATO DOVE E' APPLICABILE IL CALCOLO DELLA LUMINANZA, PER CONDIZIONI ATMOSFERICHE PREVALENTEMENTE BAGNATE**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguita'
	manto asciutto			manto bagnato		
	L min.mantenuta [cd/m2]	Uo min.	Ul min. (libero, puo' valere per autostrade)	Uo min.	TI% max (+5% per sorgenti a bassa luminanza)	SR 2 min. (se non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata)
MEW1	2,0	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,5
MEW4	0,75	0,4	Nessun requisito	0,15	15	0,5
MEW5	0,5	0,35	Nessun requisito	0,15	15	0,5

**Tabella G - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE CE: AREE A TRAFFICO MOTORIZZATO IN CUI NON E' POSSIBILE RICORRERE AL CALCOLO DELLA LUMINANZA** (es. zone di conflitto, incroci, strade commerciali e rotonde, ciclopedonale quando le categorie S o A non sono ritenute adeguate)

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	Emedio min.mantenuto [lx]	Emin mantenuto [lx]
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

**Tabella H - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE S: AMBIENTI A CARATTERE CICLOPEDONALE** (marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza ed altre separate o lungo la carreggiata, strade urbane, strade pedonali, aree di parcheggio, strade interne a complessi scolastici, ...)

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	Emedio min.mantenuto [lx] (per ottenere l'uniformita' Emedio < 1,5 Emin indicato per la categoria)	Emin mantenuto [lx]
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



**Tabella I - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE A: AMBIENTI A CARATTERE CICLOPEDONALE**

(marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza ed altre separate o lungo la carreggiata, strade urbane, strade pedonali, aree di parcheggio, strade interne a complessi scolastici, ...)

Categoria	Illuminamento emisferico	
	Ehs min.mantenuto [lx]	Emin.mantenuto [lx]
A1	5	0,15
A2	3	0,15
A3	2	0,15
A4	1,5	0,15
A5	1	0,15
A6	prestazione non determinata	prestazione non determinata

**Tabella 3 - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE ES: INDAGINE DEGLI ILLUMINAMENTI SEMICILINDRICI**

(da impiegare a complemento delle classi S o A quando il progettista le ritiene utili allo scopo di ridurre la criminalita' ed eliminare la sensazione di insicurezza)

Categoria	Esc min.mantenuto [lx]
ES1	10
ES2	7,5
ES3	5
ES4	3
ES5	2
ES6	1,5
ES7	1
ES8	0,75
ES9	0,5

**Tabella K - CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE SERIE EV: INDAGINE DEGLI ILLUMINAMENTI VERTICALI**

da impiegare in quelle situazioni dove sia necessario evidenziare/indagare superfici verticali, ad esempio aree di intersezione o di conflitto tra differenti utenze

Categoria	Ev min.mantenuto [lx]
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

**Tabella L - INDICAZIONE SULLE VARIAZIONI DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN RELAZIONE AI PARAMETRI DI INFLUENZA**

Parametro di influenza	Variazione della categoria illuminotecnica	Non si applica a
Compito visivo normale	-1	A1
Condizioni non conflittuali		
Flusso di traffico < 50% rispetto al massimo		
Flusso di traffico < 25% rispetto al massimo	-2	
Segnaletica attiva nelle zone conflittuali	-1	
Indice di resa dei colori $\geq 60$	-1 (a discrezione)	
Indice di resa dei colori < 30	+1	
Pericolo di aggressione		
Presenza di intersezioni e/o svincoli a raso		
Prossimità di passaggi pedonali		
Prossimità di dispositivi rallentatori		

La normativa UNI ha introdotto inoltre la possibilità di ridurre i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per tipologia di strada. Dai primi rilievi sul territorio si è evidenziato che la maggior parte delle strade comunali risulta essere di categoria F e classe ME5 – ME4b e di categoria E con classe ME3c. In particolare si è evidenziato che non raggiungono sia nel periodo estivo che in quello invernale i livelli massimi di traffico ammessi per la categoria stradale corrispondente, anzi risultano essere spesso al di sotto del 25% del flusso di traffico ammesso. E' quindi possibile prevedere opportuni regolatori di flusso che permettono la riduzione della luminanza sulla strada in funzione della categoria illuminotecnica di riferimento.

## CRITERI DI ANALISI

Un impianto di illuminazione pubblica è schematicamente da:

- a) apparecchi di illuminazione
- b) sostegni costituiti da pali, bracci o mensole a muro
- c) linee di alimentazione che, generalmente, sono costituite da cavi aerei o interrati
- d) apparecchi di comando e protezione installati; in genere si tratta di interruttori automatici magnetotermici per la protezione contro le sovracorrenti, di contattori comandati da interruttori crepuscolari e di altri eventuali apparecchi ausiliari da quadro.

L'impianto è destinato a fornire l'illuminazione di aree esterne caratterizzate dalla presenza di sollecitazioni ambientali gravose come polvere, acqua di condensa, pioggia, neve e vento; l'accessibilità al pubblico impone inoltre particolari provvedimenti di sicurezza.

Con riferimento alle caratteristiche elettriche e meccaniche, il principale riferimento normativo è costituito dalla Norma CEI 64-8/7.

Per i criteri di scelta e di messa in opera delle condutture si deve fare riferimento prevalentemente alle Norme del Comitato 11; più precisamente, per le linee aeree esterne alla Norma CEI 11-4 e, per le altre, alla Norma CEI 11-17 (linee in cavo). I capitoli da 1 a 6 della Norma CEI 64-8 sono un utile riferimento per quanto riguarda i criteri generali di progetto dell'impianto, per la protezione contro le sovracorrenti delle condutture e per la protezione delle persone contro i contatti diretti ed indiretti.

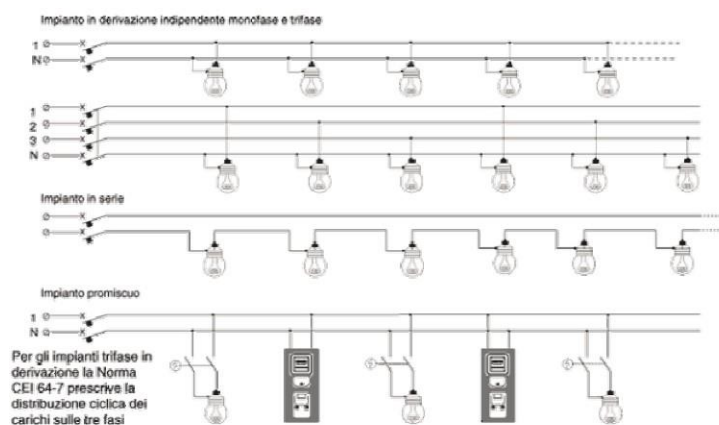
### TIPICI DI CIRCUITI

I circuiti di alimentazione degli impianti di illuminazione pubblica e assimilati sono classificabili sostanzialmente come di tipo serie e in derivazione.

In quest'ultimo caso, il più frequente, l'alimentazione avviene solitamente in bassa tensione.

L'impianto può essere poi destinato unicamente all'alimentazione delle lampade stradali oppure può servire promiscuamente altre utenze. In questo secondo caso il centro luminoso è direttamente derivato dalla rete di distribuzione pubblica ed è comandato singolarmente da un interruttore crepuscolare

### **Tipici circuiti di alimentazione per impianti di illuminazione stradale**



### DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

Gli impianti di illuminazione pubblica sono generalmente alimentati da una linea dorsale costituita da cavo interrato isolato con materiali resistenti alle sostanze corrosive presenti nel terreno (gomme G5 o G7). La dorsale fa capo ad una morsettiera dalla quale è derivato il circuito terminale di alimentazione del centro luminoso, che è inserito nel sostegno ed è costituito solitamente da un cavo multipolare avente sezione pari a 2,5 mm<sup>2</sup>.

La dorsale di alimentazione può essere monofase o trifase con neutro e deve essere dimensionata in funzione della potenza installata e della lunghezza della dorsale stessa. Il calcolo della sezione dei conduttori (dimensionamento della dorsale) deve essere tale che la corrente di impiego non superi la portata del cavo e che la massima caduta di tensione, calcolata dal punto di consegna al centro luminoso più lontano, non superi il 5% del valore nominale della tensione di alimentazione. Quando la dorsale di alimentazione è trifase, i centri luminosi devono essere derivati ciclicamente dalle varie fasi in modo tale da ridurre al minimo gli squilibri di corrente. La dorsale di alimentazione può essere a sezione unica oppure a sezione decrescente.

### DORSALE A SEZIONE UNICA

La corrente di impiego in ciascun tronco della dorsale è data dalla somma delle correnti nominali di tutte le lampade poste a valle, essendo da considerare unitario il fattore di contemporaneità. Si nota immediatamente che la densità di corrente decresce con la distanza dal punto di alimentazione se si adottano dorsali a sezione costante.

Risulta in tal caso una caduta di tensione specifica (V/m) decrescente dal primo all'ultimo tronco tale da favorire una buona uniformità di resa luminosa di tutte le lampade.

Pertanto, nel caso di strade urbane caratterizzate da breve interdistanza tra le cabine e lampade fino a 250 W interdistanti 20-25 m, conviene realizzare dorsali a sezione unica anche perché così facendo risulta possibile invertire l'estremo di alimentazione. Nel caso di strade extraurbane di notevole lunghezza o per gruppi di centri luce non allineati (illuminazione di piazzali) si adottano in genere dorsali a sezione decrescente ogni 9-12 centri luce; in tal caso le sezioni si determinano assegnando ad ogni tratto a sezione costante una frazione della caduta di tensione totale.

### SEZIONAMENTO

All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore onnipolare, avente caratteristiche di sezionatore. Qualora sia necessario sezionare singole parti dell'impianto, per ragioni funzionali o di manutenzione, può essere inserito un sezionatore anche in corrispondenza di ciascuna derivazione.

### PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

La Norma CEI 64-8 considera gli impianti di illuminazione non soggetti a sovraccarico e pertanto non ne richiede la protezione contro tale evento.

Pur non essendo necessaria la protezione contro il sovraccarico è comunque consigliabile installare nel punto di origine della condotta un dispositivo di protezione (ad esempio un interruttore automatico magnetotermico) la cui corrente nominale dovrà verificare il coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione prescritto dalla Norma CEI 64-8 art. 433.2 e la cui caratteristica di intervento dovrà essere compatibile con i transistori di accensione.

La protezione contro i cortocircuiti deve essere realizzata secondo i criteri generali riportati nella Norma CEI 64-8, sezione 434. Deve quindi essere installato un dispositivo di protezione (interruttore automatico, fusibile) avente potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nel punto di installazione a monte del circuito da proteggere. Si deve verificare inoltre che l'energia specifica passante di cortocircuito non superi quella ammissibile dal cavo. Si osserva però che utilizzando interruttori di tipo limitatore questa condizione è praticamente sempre realizzata per sezioni non inferiori a 6 mm<sup>2</sup>.

La protezione contro il cortocircuito non è richiesta per un circuito terminale che alimenta un centro luminoso qualora il cavo sia protetto meccanicamente contro le influenze esterne in modo da ridurre al minimo il pericolo di un cortocircuito e qualora un eventuale guasto non possa causare pericolo per le persone o danni all'ambiente.

### CADUTA DI TENSIONE

La tensione di alimentazione influisce direttamente sull'emissione luminosa degli apparecchi di illuminazione.

Come messo in evidenza nei paragrafi precedenti la Norma CEI 64-8 prescrive che la caduta di tensione lungo la linea di alimentazione, calcolata a pieno carico e trascurando il transitorio di accensione, non sia superiore al 5% del valore nominale della tensione di alimentazione. Utilizzando i metodi ordinari di calcolo è possibile valutare la caduta di tensione in ciascun tronco dell'impianto. In particolare per circuiti monofase con sezione fino a 50 mm<sup>2</sup>, essendo trascurabile la reattanza, si può utilizzare la formula semplificata:

$$\Delta V_k = 2n \cdot I_N \cdot \frac{\rho l_k}{S_k}$$

dove:

**$\Delta V_k$**  è la caduta di tensione nel generico tronco intermedio (V);

**$n$**  è il numero di centri luminosi posti a valle;

**$I_N$**  è la corrente nominale di ciascun centro luminoso (A);

**$l_k$**  è la lunghezza del tronco (m);

**$S_k$**  è la sezione del conduttore (mm<sup>2</sup>);

**$\rho$**  è la resistività che per il rame (a caldo) può essere assunta pari a 0,02 W mm<sup>2</sup>/m.

La caduta di tensione complessiva lungo la dorsale monofase a sezione costante, con interdistanza costante tra i centri luce è data dalla relazione:

$$\Delta V = n(n-1) I_N \frac{\rho l}{S}$$

dove i simboli hanno lo stesso significato del punto precedente e dove  **$n$**  è il numero complessivo dei centri luminosi. Poiché, in genere, nel dimensionamento delle linee di alimentazione degli impianti di illuminazione pubblica il vincolo della caduta di tensione è predominante rispetto a

quello della portata, la precedente relazione può essere utilizzata per il calcolo della sezione dei conduttori che dovrà essere:

$$S \geq \frac{\rho l}{\Delta V} n(n-1) I_N$$

Si dovrà poi verificare che nel tronco iniziale sia soddisfatta la relazione:

**$I_b < I_z$**

Per una dorsale trifase che alimenta  $n$  lampade, equidistanti fra loro e supponendo che le sezioni di fase e neutro siano uguali, si può calcolare in prima approssimazione la caduta di tensione mediante la relazione:

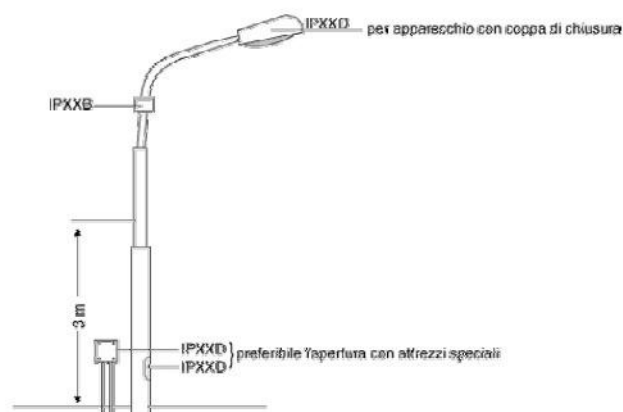
$$\Delta V = n \frac{\left(\frac{n}{3} + 2\right)}{2} I_N \frac{\rho l}{S}$$

## **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI**

### PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La Norma CEI 64-8 stabilisce particolari prescrizioni supplementari riguardanti il grado di chiusura dell'involucro ai fini della protezione contro i contatti diretti. In pratica valgono le regole indicate in figura. L'apertura degli involucri per ragioni di esercizio deve essere possibile solo mediante l'impiego di un attrezzo; si raccomanda di prevedere, almeno fino a 3 m di altezza, sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l'uso di utensili non comuni (per esempio chiave per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola, ecc.).

Per gli impianti in bassa tensione è ammessa la posa di conduttori nudi a non meno di 5 m di altezza dal suolo e comunque, in caso di installazione su mensole a muro, fuori dal volume di accessibilità da finestre, terrazzi, balconi.



### PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI

Per quanto riguarda la protezione contro i contatti indiretti la Norma CEI 64-8 considera separatamente i tipi di impianti riportati in tabella.

Per il gruppo **A** non è prescritto alcun provvedimento purché siano rispettate le regole previste dalla Norma CEI 64-8/4 per i circuiti SELV.

Per tutti gli altri gruppi si devono attuare misure di protezione atte ad evitare che le masse degli impianti possano assumere tensioni pericolose a causa di un guasto dell'isolamento.

Per gli impianti del gruppo **B** devono essere rispettate le regole previste dalla Norma CEI 64-8 con la seguente eccezione: può essere omessa la protezione contro i contatti indiretti di parti metalliche con distanza inferiore a 1m dai conduttori nudi delle linee di alimentazione purché isolate da pali e da altri sostegni e distanziate dalle parti in tensione come indicato nella Norma CEI 11-4.

Gruppo	Tipo di impianto	Tensione nominale
A	In derivazione	≤ 50 V sistema SELV (ex BTS)
B	In derivazione	≤ 1000 V in corrente alternata ≤ 1500 V in corrente continua
C	In serie	≤ 1000 V in corrente alternata ≤ 1500 V in corrente continua
D	In derivazione	da 1000 a 6000 V ~
E	In serie	da 1000 a 6000 V ~

La protezione contro i contatti indiretti per gli impianti di illuminazione pubblica in derivazione indipendenti (tipo **B**) deve essere realizzata secondo una delle seguenti modalità:

**a) Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento o isolamento rinforzato)**

Questo sistema è vantaggioso poiché non richiede la messa a terra dei sostegni e l'installazione di interruttori differenziali, che possono essere causa di interventi intempestivi, ad esempio in occasione di scariche atmosferiche.

Richiede però particolare cura perché si devono impiegare esclusivamente componenti elettrici di classe II e condutture che realizzano questa misura di protezione; in particolare devono essere utilizzati cavi dotati di guaina aventi tensione nominale  $U_0/U$  non inferiore a 600/1000 V per impianti alimentati a 400/230 V; inoltre la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4 kV.

Le norme riguardanti i cavi non definiscono la classe II; tuttavia nella Norma CEI 64-8 sono indicate le caratteristiche che le condutture devono possedere perché sia realizzato l'isolamento equivalente alla classe II.

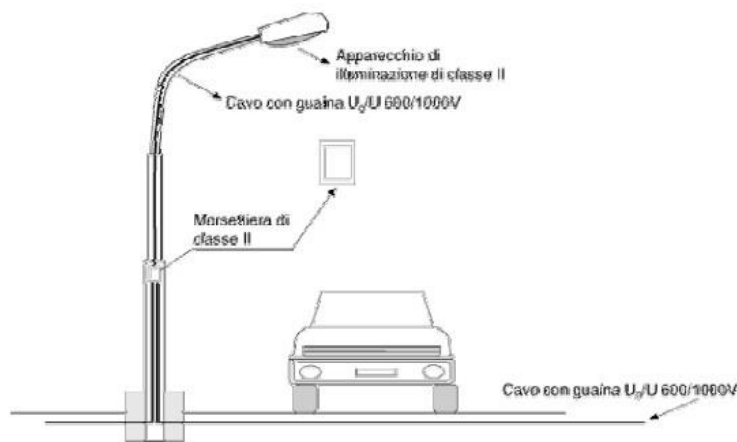
I cavi devono fare capo a morsettiere contenute in scatole di derivazione di classe II ed anche gli apparecchi di illuminazione devono essere, ovviamente di classe II.

**b) Messa a terra e interruzione automatica dell'alimentazione (per sistemi di tipo TT)**

La protezione deve essere realizzata seguendo i criteri generali contenuti nella norma CEI 64-8; tutte le masse dell'impianto dovranno essere collegate all'impianto di terra mediante conduttore di protezione e il dispositivo di protezione (generalmente un interruttore differenziale) dovrà verificare l'usuale relazione

$RA \cdot IA < 50 \text{ V}$  (art. 413.1.4.2 Norma CEI 64-8).

### Condizioni per realizzare la protezione mediante doppio isolamento



Se l'alimentazione è realizzata mediante cavo interrato i dispersori verticali possono essere collegati tra loro mediante una corda di rame nuda di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup> oppure mediante un piatto di acciaio zincato di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup> ottenendo così un dispersore unico per tutto l'impianto avente un valore di resistenza di terra relativamente basso. In tal caso l'interruttore differenziale dovrà avere  $I_{dn} < 50/RT$ , dove RT è il valore della resistenza di terra costituita dall'insieme di picchetti interconnessi.

Per realizzare il dispersore può essere sufficiente anche la sola corda interrata priva di picchetti. Se l'alimentazione è realizzata mediante una linea aerea (cavo sospeso a fune oppure linea con conduttori nudi su isolatori) il coordinamento deve essere attuato prendendo in considerazione la resistenza di terra del singolo dispersore.

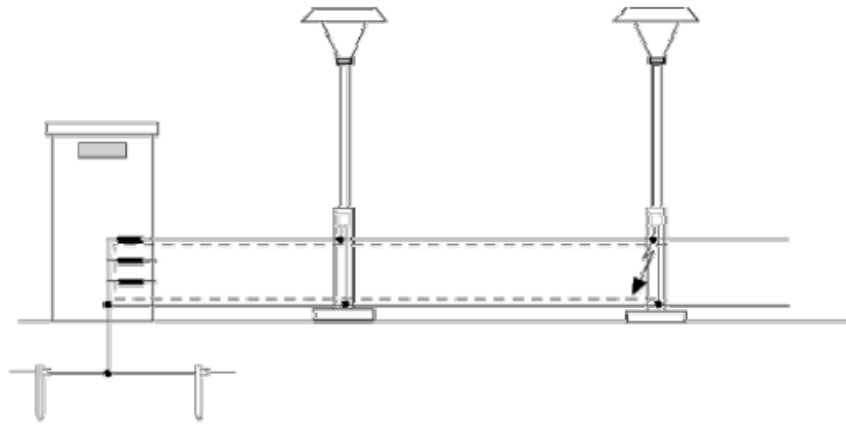
#### c) Messa a terra e interruzione automatica dell'alimentazione (per sistemi di tipo TN)

Se l'impianto di illuminazione è alimentato da cabina propria il sistema di alimentazione è generalmente di tipo TN, essendo unico l'impianto di terra sia per il centro stella del trasformatore che per le masse della cabina e dell'impianto.

Tempo di eliminazione del guasto (s)	10	1,1	0,7	0,6	0,5	0,2
Tensione massima di contatto (V)	80	100	125	150	220	500



## Sistema TN



Le modalità di realizzazione di questo tipo di protezione sono quelle generali descritte dalla Norma CEI 64-8 al paragrafo 413.1.3; in particolare il guasto in bassa tensione deve essere interrotto dal dispositivo di protezione (un interruttore automatico o un fusibile) posto a monte del circuito in modo tale che sia verificata la relazione:

$$I_a < U_0 / Z_s$$

dove  $I_a$  è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo entro 5s,  $U_0$  è la tensione nominale verso terra dell'impianto e  $Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto corrispondente al centro luminoso più lontano.

E' necessario inoltre seguire le prescrizioni contenute nella Norma CEI 11-1 per un guasto a terra sul lato MT.

### Sezione minima dei conduttori di terra e di protezione

La sezione minima dei conduttori di terra e di protezione deve essere determinata seguendo le regole generali previste nella Norma CEI 64-8 (paragrafo 542.3 e 543.1).

In particolare se il palo contiene la morsettiera di derivazione il conduttore di protezione (PE) deve avere sezione correlata con quella della linea dorsale.

Il conduttore di terra che collega il palo al dispersore (picchetto o corda interrata) in genere non è protetto ne contro la corrosione ne meccanicamente e perciò deve avere sezione pari a 25 mm<sup>2</sup> se in rame e 50 mm<sup>2</sup> se in ferro.

In ogni caso, considerate le caratteristiche dell'ambiente, (luogo pubblico) non conviene adottare sezioni inferiori a 16 mm<sup>2</sup> per le parti accessibili (site cioè a meno di 3 metri dal piano stradale).

### RIFERIMENTI NORMATIVI

**CEI 11-1/1987** Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali(abrogate).

**CEI 11-4/1989** Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne e successive varianti V1, V2, V3 e V4.

**CEI 11-17/1997** Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.

**CEI 64-8** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in corrente continua.

**CEI 34-21/1996** Apparecchi di illuminazione: prescrizioni generali e prove.

**CEI 34-33 3a edizione** Apparecchi di illuminazione: apparecchi di illuminazione stradale.

**CEI EN 61936-1** (Classificazione CEI 99-2): impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

**CEI EN 50522** (Classificazione CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.

**Norma CEI 0 -16** "Regole Tecniche di connessione (RTC) per utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"

**Guida CEI 11-37** "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 KV"

**EN 61936-1** (CEI 99-2): Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.

**EN 50522** (CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.

**CEI 11- 4** Esecuzione delle linee elettriche esterne aeree (con var. V1, V2, V3)

**CEI 64- 8** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua (Parti da 1 a 7).

**CEI 64-8**, che contiene alcune parti specifiche relative agli impianti di illuminazione: - CEI 64-8, Sezione 559: Apparecchi e impianti di illuminazione; - CEI 64-8/7, Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno;

**CEI 64-8/7**, Sezione 715: Impianti di illuminazione a bassissima tensione.

**CEI 64-7** - Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie

## LEGGI E NORMATIVE

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere sviluppati, costruiti e collaudati in conformità alle vigenti Direttive Europee, Decreti Ministeriali, Leggi nazionali e locali, Norme e Raccomandazioni Tecniche, prescrizioni degli enti locali, etc.

Le leggi e le normative qui elencate si intendono nella versione più recente in vigore, comprensive di successivi aggiornamenti e varianti. Tale elenco è da ritenersi comunque indicativo e non esaustivo, il fornitore dovrà riferirsi a tutta la normativa applicabile ai materiali oggetto della fornitura e vigente all'esecuzione della stessa.

Rif.	DOCUMENTO	TITOLO/DESCRIZIONE
2.1	CEI34-133	Illuminazione generale - LED e moduli LED - Termini e definizioni
2.2	CEI34-139	Apparecchi di illuminazione - Applicazione del codice IK della IEC 62262
2.3	CEI34-141 IEC/TR 62778:2014	Applicazione della IEC 62471 alle sorgenti luminose e agli apparecchi di illuminazione per la valutazione del rischio da luce blu
2.4	CEI EN 50262	Pressacavo metrici per installazione elettriche
2.5	CEI EN 55015	Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
2.6	CEI EN 55015/A2	Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
2.7	CEI EN 60529 CEI EN 60529/A1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
2.8	CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove
2.9	CEI EN 60598-2-3 CEI EN 60598-2-3/EC	Apparecchi di illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
2.10	CEI EN 60598-2-5	Apparecchi di illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
2.11	CEI EN 60838-2-2 CEI EN 60838-2-2/A1	Portalampade eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari - Connettori per moduli LED
2.12	CEI EN 61000-3/A1/A2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $\leq 16$ A per fase)
2.13	CEI EN 61000-3-3	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle variazioni di tensioni, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale $\leq 16$ A per fase e non soggette ad allacciamento su condizione
2.14	CEI EN 61000-4-5	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-5: Tecniche di prova e di misura - Prova di immunità ad impulso".
2.15	CEI EN 61347-1-A1	Prescrizioni generali e di sicurezza
2.16	CEI EN 61347-2-13	Unità di alimentazione di lampada "Parte 2-13: Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED"
2.17	CEI EN 61547	Apparecchi per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC
2.18	CEI EN 62031 CEI EN 62031/A1 CEI EN 62031/A2	Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza
2.19	CEI EN 62722-1	Prestazioni degli apparecchi di illuminazione - Parte 1: prescrizioni generali
2.20	CEI EN 62722-2-1	Prestazioni degli apparecchi di illuminazione - Parte 2-1: prescrizioni particolari per gli apparecchi a LED

2.21	CEI EN 62262	Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)
2.22	IEC 62717	Led modules for general lighting – Performance requirements
2.23	CEI EN 62384 CEI EN 62384/A1	Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED - Prescrizioni di prestazione
2.24	CEI EN 62471	Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada
2.25	CEI 64-19	Guida agli impianti di illuminazione esterna
2.26	UNI 10819	Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
2.27	UNI 11248	Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
2.28	UNI CEI EN ISO/IEC 17050-1:2005	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 1: Requisiti generali
2.29	UNI CEI EN ISO/IEC 17050-2:2005	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 2: Documentazione di supporto
2.30	UNI EN 13032	Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione -Parte 1: Misurazione e formato di file
2.31	UNI EN 13032-4	Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione -Parte 4: lampade a LED, moduli e apparecchi di illuminazione
2.32	UNI EN 13201-2	Illuminazione stradale -Parte 2: Requisiti prestazionali
2.33	UNI EN 13201-3	Illuminazione stradale-parte 3: Calcolo delle prestazioni
2.34	UNI EN 13201-4	Illuminazione stradale-parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
2.35	2004/108/CE	DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE
2.36	2006/95/CE	DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione
2.37	2009/125/CE	DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO relativa all'istituzione di un per l'elaborazione di specifiche progettazione ecocompatibile dei connessi all'energia quadro per la prodotti
2.38	1194/2012	Modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e delle pertinenti apparecchiature
2.39	D. Lgs. 16-2-2011 n. 15	Attuazione della direttiva 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia
2.40	Decreto 23 dicembre 2013 del Ministero dell'Ambiente	Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli LED per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013 (GU Serie Generale n.18 del 23-1-2014 -S.O. n. 8)
2.41	D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152	Norme in materia ambientale

**STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI**

Attualmente la rete di pubblica illuminazione comunale è costituita da punti luce sparsi lungo strade, marciapiedi, parcheggi, piazze e aree verdi, dotati di lampade di diversa tipologia, a seconda dell'anno di realizzazione. I punti luce oggetto dell'intervento sono circa 3.541, tra lampade Sap e VM.

<b>NUMERO LAMPADE STRADALI</b>	
ARMATURA STRADALE VM 80	181
ARMATURA STRADALE VM 125	206
ARMATURA STRADALE VM 250	617
ARMATURE STRADALI VM 400	176+78
ARMATURA STRADALE SAP 70	36
ARMATURA STRADALE SAP 100	844
ARMATURE STRADALE SAP 150	766
ARMATURE STRADALE SAP 250	531
ARMATURE STRADALE SAP 400	101
ARMATURE STRADALE ALOG.MET. 70	1
ARMATURE STRADALE ALOG.MET.150	4
TOTALE	3.541

## Tipologia di sostegni

Pali metallici stradali dritti	307
Pali stradali con sbracci	2091
Pali metallici parchi e giardini	4
Pali artistici stradali (lanterna storica)	466
A muro artistico (lanterna storica)	319
A sospensione	289
Staffe a parete, a palo, a terra	303
<b>Totale complessivo</b>	<b>3541</b>

## Tipologia di fornitura

Fornitura bt – MT

Quadri di distribuzione in bt n°20

Quadri di distribuzione in MT n°2

Totale: 22

N. Quadro	UBICAZIONE DA FATTURA	POD
1	VIA PALERMO	IT001E00264035
2	CONTRADA MONTAGNA, n° 1	IT001E91814189
3	CONTRADA MONTAGNA, n° 1	IT001E91814121
4	VIA CAPRERA	IT001E00264564
5	VIA XX SETTEMBRE, n° 1	IT001E91814400
6	VIA CAVOUR BENSO C., n° 8	IT001E00260636
7	VIA DEI VESPRI, n° 1	IT001E91814593
8	PIAZZA BELV/RE BELLINI	IT001E00260782
9	VIA PAPA GIOVANNI	IT001E93468846
10	CONTRADA FONTANA, n° 1	IT001E91813626
11	VIA VERDI G	IT001E93469864
12	VIALE RISORGIMENTO	IT001E93469976
13	CONTRADA CAMARRO	IT001E93471109
14	VIA CROCE BENEDETTO	IT001E93470504
15	VIA PAPA GIOVANNI XXIII	IT001E93469301
16	VIA GRAMSCI A.	IT001E93469652
17	VIA LEOPARDI G.MO	IT001E93470284
18	VIA TORTORICI	IT001E93470459
19	CONTRADA CAMARRO	IT001E93471106
20	CDA MAGAGGIAR 1 SN	IT001E91640052
21	CONTRADA MARCATO	IT001E91399502
22	CONTRADA VALLESECCO	IT001E91231988

In questa fase è stato necessario eseguire un censimento conoscitivo degli impianti di illuminazione pubblica per valutare in modo coerente la consistenza degli interventi da eseguirsi. E' stata effettuata quindi una raccolta di dati preliminari della rete di pubblica illuminazione su tutto il territorio al fine di procedere con l'accertamento delle condizioni degli impianti e di verificare la loro rispondenza alla normativa vigente.

L'impianto di illuminazione pubblica comunale è composto complessivamente da circa 3541 punti di illuminazione urbana prevalentemente ubicati in centro urbano e su suolo extraurbano di periferia (c/da Montagna).

## INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO ED EFFICIENTAMENTO

Per ridurre sensibilmente i consumi di energia elettrica negli impianti di Pubblica Illuminazione, dopo una accurata valutazione sulle varie tecnologie disponibili si è scelto di sostituire i corpi illuminanti presenti con apparecchi illuminanti a tecnologia LED.

Sebbene siano state prese in considerazione diverse soluzioni per ottenere risparmi energetico e/o manutentivi (riduzione dell'orario di funzionamento, spegnimento delle lampade alternato, riduttori di flusso) l'ammodernamento degli impianti attraverso la tecnologia LED ci è sembrata la più valida.

Questa è sicuramente la soluzione che, porta nel tempo i maggiori benefici in termini di risparmio energetico manutentivo e quindi di riduzione della spesa, nonché di contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera.

La soluzione più innovativa e che si sta ormai diffondendosi in modo consistente, è quella dell'utilizzo della tecnologia a L.E.D. (Light Emitting Diode), che utilizza come fonti luminose diodi in sostituzione delle tradizionali lampade. Tale soluzione, oltre ad una grande flessibilità di utilizzo per l'eliminazione delle parabole degli apparati tradizionali e la possibilità di assemblaggio in forme di qualsiasi tipo e dimensione, consente risparmi energetici, rispetto ai vapori di mercurio e a parità di illuminazione, molto consistenti (si raggiungono valori del 70%). Altro grosso vantaggio della tecnologia L.E.D. è quella della manutenzione delle lampade a "costo zero", dal momento che il prodotto ha una aspettativa di vita di 15 - 17 anni (eliminando perciò i costi legati alla sostituzione delle lampade). L'intervento di ammodernamento tecnologico e di riqualificazione energetica consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti tradizionali attualmente installati con corpi illuminanti a tecnologia LED.

Non saranno necessari lavori di impiantistica dal momento che gli impianti non avranno bisogno di modifiche, tranne la parte riguardante il tratto di via Castelvetro e parte di via Selinunte dove sono previsti lavori per l'interramento della linea di alimentazione che attualmente è aerea e la conseguente installazione di nuovi supporti (pali) e armature stradali a LED. Pertanto, si tratta di un lavoro abbastanza veloce che non influenzerà in maniera sensibile sulla viabilità della rete stradale. L'obiettivo che si pone questo studio è quello di individuare, partendo da un'attenta analisi dello stato degli impianti, tutte le possibili soluzioni tecniche e finanziarie offerte dal mercato, adottando tutte quelle azioni ritenute necessarie per ottenere:

- un servizio di qualità della pubblica illuminazione: appropriatezza, assenza di inquinamento luminoso, sicurezza degli impianti, tempi rapidi di intervento;
- una riduzione dei consumi energetici e dei costi manutentivi e gestionali: riduzione delle emissioni inquinanti e risparmio delle risorse;
- la valorizzazione dei beni pubblici comuni: reti efficienti ed intelligenti, beni monumentali ed artistici;



- il rispetto delle pianificazioni energetiche nazionali, comunitarie e mondiali: protocollo di Kyoto.

I criteri di qualità di un impianto d'illuminazione pubblica dal punto di vista sia della prestazione visiva che del comfort visivo attualmente considerati nelle norme UNI (norma UNI EN 11248/2008) sono:

- livello di luminanza;
- uniformità di distribuzione delle luminanze;
- limitazione dell'abbagliamento;
- spettro di emissione delle lampade;
- efficacia della guida ottica (comprende tutto il complesso di accorgimenti atti a dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire fino ad una distanza che dipende dalla massima velocità permessa sul tronco di strada).

A tali criteri occorre aggiungere quello del contenimento dell'inquinamento luminoso, oggetto della norma UNI EN 11248/2008.

I benefici derivati dall'utilizzo della tecnologia LED sono di due tipi ma legati l'uno all'altro:

- Beneficio economico
- Beneficio gestionale

Questi benefici si ottengono da una minore potenza installata e quindi da una minore richiesta di fornitura di energia elettrica ma anche da minori costi e mansioni per la manutenzione di seguito brevemente descritti.

I disservizi maggiori nell'ambito dell'illuminazione pubblica derivano dalla mancanza di risorse, economiche od operative, da utilizzarsi per il ripristino di semplici guasti, il più delle volte legati alla scarsa durata di vita delle lampadine tradizionali.

Le lampade a LED sono lampade con una durata di vita da 60000 a 70000 ore, e quindi possono durare più di 15 anni se tenute accese 11 ore al giorno per tutti i giorni dell'anno. La sostituzione di una lampada tradizionale con una a LED premetterebbe di intervenire per la sostituzione di quest'ultima tra oltre 15 anni, abbattendo in questo modo i costi di sostituzione delle lampadine tradizionali che hanno una durata di circa 8000 ore e che vanno quindi sostituite una volta ogni 2 anni. Oltre all'eliminazione di questi costi, eventuali operatori manutentivi comunali/privati verrebbero sollevati da queste mansioni ottenendo in questo modo ulteriori benefici economici e gestionali. Oltre alla sostituzione delle lampade non funzionanti, la manutenzione ordinaria dovrebbe comprendere anche la pulitura periodica, circa 1 volta ogni 2 anni, delle superfici illuminanti delle lampade in modo tale da mantenere le caratteristiche illuminotecniche previste

dalla normativa e che, qualora non rispettate, potrebbero creare problemi all'Amministrazione Comunale che, ad oggi, non ha sempre a disposizione le risorse per ovviare a queste mansioni.

Attualmente le lampade tecnologicamente avanzate, per risolvere questo problema e per far ottenere un risparmio manutentivo maggiore, sono dotate nella parte superiore di un mantello di dissipazione del calore con delle particolari scanalature che lasciano scorrere l'acqua piovana sulla superficie illuminante della lampada mantenendola pulita. Come per la sostituzione delle lampadine, anche in questo caso si otterrebbero dei benefici economici e gestionali.

L'intervento di ammodernamento tecnologico e di riqualificazione energetica consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti tradizionali attualmente installati con corpi illuminanti a tecnologia LED.

Tutti gli interventi contemplati nel presente progetto definitivo saranno finalizzati principalmente al rifacimento e all'adeguamento normativo dei predetti impianti con conseguente miglioramento gestionale di tutta la rete di illuminazione pubblica. L'adeguamento normativo comporterà, inoltre, l'ottenimento di adeguati livelli di illuminamento, in relazione alla classe del sistema viario in oggetto, ed il rispetto delle prescrizioni volte al contenimento dell'inquinamento luminoso.

Per quanto attiene al problema della sicurezza degli impianti, esso può essere visto sotto due aspetti fondamentali:

- La protezione delle persone, cercando di evitare che queste ultime entrino in contatto con parti attive ovvero in tensione dell'impianto, e nel caso questo avvenga, cercando di annullare la possibilità di elettrocuzione;
- La protezione dell'impianto stesso, in particolare delle linee, evitando la circolazione di correnti di sovraccarico e di cortocircuito per periodi elevati, a seguito di guasti e/o malfunzionamenti. Per ottenere un livello di sicurezza accettabile si dovrà pertanto intervenire sui quadri di comando e protezione, sulle linee di alimentazione e di derivazione, sui componenti di impianto che possono rappresentare un pericolo per l'incolumità dei cittadini (sostegni pericolanti, apparecchi di illuminazione non perfettamente ancorati al sostegno ecc.) e sull'impianto di terra.

L'intervento di ammodernamento ed efficientamento prevede quindi:

- la sostituzione di circa 2445 corpi illuminanti esistenti Sap o VM con nuovi dispositivi a tecnologia LED con potenze calcolate in funzione delle categorie illuminotecniche stradali e delle attuali lampade presenti. Armatura stradale realizzata interamente in pressofusione di alluminio (UNI EN 1706) con marchio ENEC e conforme alle norme EN60598-1; 60598-2-3; N 62031;EN55015 EMC; EN61547 EMC;EN61000-3-2/3;IEC/TR 62778.
- Altezza totale apparecchio 400mm con una lunghezza complessiva di 375mm e larghezza 375mm. Peso non superiore a 10.5kg.
- Tensione di alimentazione 230V 50Hz.
- Il corpo illuminante ha un gradi di protezione per entrambi i vani IP66 e protezione IK08 sul vetro. Temperatura di funzionamento da - 30°C a +40°C;

- la sostituzione di circa 289 corpi illuminanti esistenti a sospensione esistenti Sap o VM con nuovi dispositivi a tecnologia LED con potenze calcolate in funzione delle categorie illuminotecniche stradali e delle attuali lampade presenti. Corpo illuminante a marchio ENEC per illuminazione stradale per tesata costituito da un riflettore in alluminio purissimo che con un primo mezzo ottico raccoglie e miscela l'emissione luminosa e con un secondo la proietta uniformemente.
- la sostituzione di circa 241 lampade installate nelle lanterne storiche, con nuovi dispositivi a tecnologia LED "kit refitting". Kit Refitting LED da 45W, 4.500 lm, 3000 K, realizzato interamente in pressofusione di alluminio (UNI EN1706) con marchio ENEC e conforme alle norme EN60598-1; 60598-2-3; N 62031;EN55015 EMC; EN61547 EMC;EN61000-3-2/3;IEC/TR 62778.
- Altezza totale apparecchio da 100mm con una lunghezza complessiva di 231mm e larghezza di 203mm con peso complessivo di 2.5kg.
- Tensione di alimentazione 220-240V 50Hz.
- Il corpo illuminante ha grado di protezione complessivo IP66: piastra led IP66, driver IP66 e cablaggio interamente IP66.
- Temperatura di funzionamento da -35°C a +45°C.
- Il kit è predisposto per fissaggio su piastra piana di spessore 1.5mm realizzata in acciaio zincato.
- Kit dotato di vetro extra chiaro temprato a protezione dei led e delle lenti con grado di protezione e resistenza agli urti IK08.
- Il modulo è composto da dissipatore termico verniciato colore bianco; modulo led equipaggiato con lenti in PMMA tipo 2x2; cornice per
- il fissaggio della piastra in materiale plastico tale da creare isolamento meccanico tra kit e corpo illuminante a protezione delle
- sovratensioni; pressacavo per ingresso cavo; valvola osmotica per il bilanciamento della pressione interna/esterna.
- Il driver è alloggiato su una piastra ed è completamente IP67.
- Driver elettronico programmabile con funzioni 1-10V e autodimmig con protezione dalle sovratensioni di modo differenziale DM e comune CM 10kV/10Kv sia in classe I che classe II.
- Il kit deve essere fissato alla piastra tramite 4 viti.
- Il kit deve essere fornito con cavo di alimentazione H05RN-F 3X1mm<sup>2</sup> con diametro esterno di 7.8mm.
- Kit equipaggiabile con 4 differenti ottiche standard e infinite possibilità di customizzazione creando mix di lenti.
- Disponibile in 3000K o 4000K con flussi da 2500lm a 6000lm.
- Per la versione da 4000k l'efficienza minima di sistema deve essere superiore a 107lm\W mentre per la versione da 3000K deve essere
- superiore a 100lm\W.
- La durata di vita stimata (EN62722-2-1,LM80 data) è pari a 100.000ore L90b50 (Tq=25°C) 100.000 ore L80B50 (Tq=40°C); indice di
- resa cromatica Ra> 70 dentro le 5 ellissi diMacAdam; rischio fotobiologico Rg=0 (EN62471);
- la dismissione di 566 LANTERNE STORICHE con nuova Lanterna LED da 45W, 4.500 lm, 3000 K, realizzata in pressofusione di alluminio (UNI EN 1706) conforme alle norme EN60598-2-3;N 62031;

EN55015 EMC;EN61547 EMC;EN61000-3-2/3; EN62471.

- Altezza 760mm con larghezza 445mm e lunghezza 445mm con un peso di circa 11.5kg.
- Tensione di alimentazione 230-240V 50Hz.
- Lanterna con quadripode con flangia con foro Ø28 per il fissaggio al supporto adeguato.
- Telaio superiore basculante a pianta quadrata con caminetto circolare superiore;
- telaio inferiore composto da una gabbia tronco piramidale e quadripode inferiore con foro da 28mm.
- Disponibile in 3000K o 4000K con flussi da 2500lm a 6000lm.
- Per la versione da 4000k l' efficienza minima di sistema deve essere superiore a 107lm\W mentre per la versione da 3000K deve essere superiore a 100lm\W.
- La durata di vita stimata (EN62722-2-1,LM80 data) è pari a 100.000 ore L90b50 (Tq=25°C) 100.000 ore L80B50 (Tq=40°C);
- indice di resa cromatica Ra> 70 dentro le 5 ellissi di MacAdam;
- rischio fotobiologico Rg=0 (EN62471).
- Per accedere al vano ausiliari e ottico svitare una vite e ruotare il telaio superiore. Durante le operazioni di manutenzione nessuna vite o componente della lanterna si separa dalla struttura.
- Il modulo led interno è completamente IP66, con sistema meccanico di isolamento dalla carcassa del prodotto al fine di protezione dalle sovratensioni.

L'intervento prevede la realizzazione dell'impianto di parte di via Castelvetro ex novo, la sostituzione di circa 30 pali di illuminazione pubblica e di circa 8 pali artistici, la verniciatura e la manutenzione di circa 350 pali e la manutenzione di tutti i quadri elettrici dell'impianto di pubblica illuminazione.

### Costo Storico del servizio

Il costo storico del servizio è stato derivato dai dati del Comune di PARTANNA e dai rilievi eseguiti in campo. In base all'analisi della tipologia e composizione degli attuali punti luce della pubblica illuminazione il Comune di PARTANNA deve fronteggiare un consumo annuo pari a circa 3.122.522,55 kWh. Questo risultato è stato ottenuto ipotizzando 4.200 ore di funzionamento, il 5% di perdite delle linee e l'assenza di attenuazioni sull'impianto stesso.

Nella tabella sottostante sono elencati le tipologie di sorgenti luminose rilevate con le relative potenze.

<b>Sorgenti luminose</b>	<b>Totale punti luce</b>
80 W a vapori di mercurio	181
125 W a vapori di mercurio	206
250 W a vapori di mercurio	617
400 W a vapori di mercurio	176+78
70 W a vapori di sodio ad alta pressione	36
100 W a vapori di sodio ad alta pressione	844
150 w a vapori di sodio ad alta pressione	766
250 W a vapori di sodio ad alta pressione	531
400 W a vapori di sodio ad alta pressione	101
70 W Alogena	1
150 W Alogena	4
<b>TOTALE</b>	<b>3.541</b>

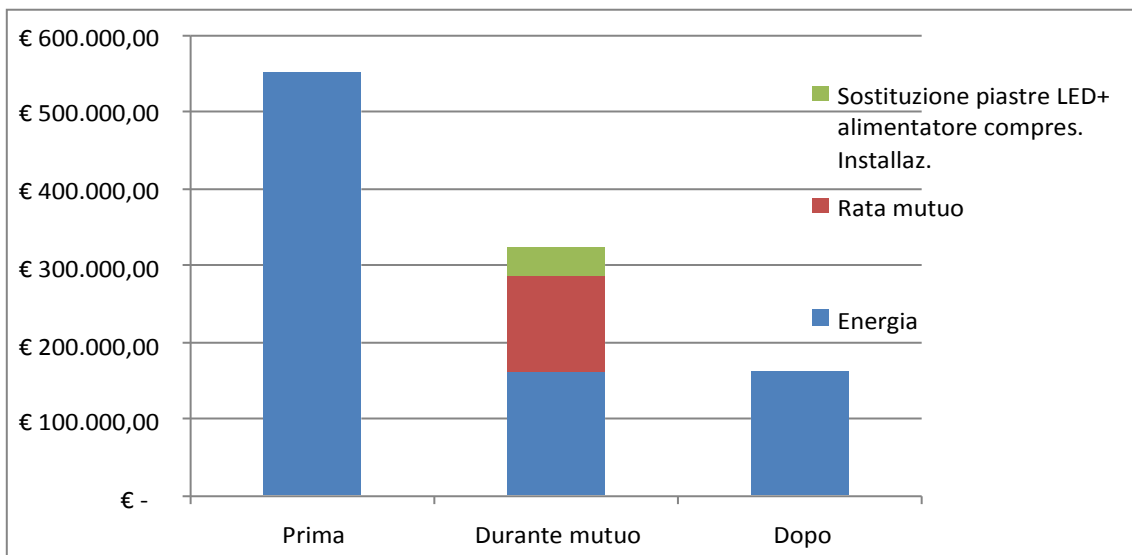
<b>Consumi totali</b>	<b>3.122.522,55 kWh/anno</b>
-----------------------	------------------------------

Il costo storico per l'acquisto di energia elettrica del Comune di PARTANNA attualizzato a MARZO 2015 viene stimato in 0,1764 €/kW +IVA (0,215 €/kW) pertanto pari a € 550.812,97 + IVA = € 671.991,82.

Per il calcolo dei consumi futuri, vengono considerate delle perdite nulle nell'impianto, grazie all'utilizzo di alimentatori elettronici.

Di seguito si riporta una prospetto riassuntivo dei risparmi ottenibili:

	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO	RISPARMIO
<b>ORE/ANNO</b>	4200	4200	-
<b>RIDUZIONE</b>	0%	0%	-
<b>CONSUMI (kWh/anno)</b>	<b>3.122.522,55</b>	<b>722.534,40</b>	<b>2.399.988,15</b>
<b>RISPARMIO TOTALE</b>	<b>76,98%</b>		



Lo scenario ipotizzato porta ad un consumo futuro dell'intero impianto pari a circa a **722.534,40 kWh/anno**, ovvero ad un risparmio di circa il 76,98%. Il costo per la fornitura dell'energia post intervento sarà quindi di **127.455,07 + IVA = 155.495,18 €**.