



COMUNE DI BAGHERIA

Città Metropolitana di Palermo

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

**PROGETTO DI EFFICIENTAMENTO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO
DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA CON INTRODUZIONE
DI SERVIZI DI SMART CITY**

Project Financing (artt. 179, comma 3, e 183, comma 15, del D.lgs. n.50 del 2016)

Relazione generale tecnica descrittiva

01

IL R.U.P.

GEOM. ONOFRIO LISUZZO

VISTI

L'IMPRESA
G.S. IMPIANTI S.R.L.

VIA CESARE BATTISTI, 19 CASTELDACCIA (PA) 90014 - P.IVA 06178330822

- SOGGETTO PROPONENTE -

IL LEGALE RAPPRESENTANTE
GIUSEPPE SALA

edream

EDREAM S.R.L.

SOCIETÀ DI INGEGNERIA

IL PROGETTISTA

P. IVA
05064710828

ING. MICHELE CRAPITTI
ISCR. ORDINE ING. PA N°5767

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. INDIVIDUAZIONE DELLA SOLUZIONE.....	4
2.1. La scelta della soluzione amministrativa	4
2.2. La scelta della soluzione tecnica	7
2.3. Vantaggi tecnologici delle sorgenti luminose a LED	9
2.3.1. Risparmio energetico	9
2.3.2. Qualità della Luce	9
2.3.3. Inquinamento luminoso	9
2.3.4. Durata	10
2.3.5. Manutenzione	10
2.3.6. Costi	10
3. OBIETTIVI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE	10
4. METODOLOGIA E CRITERI DI ELABORAZIONE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE ...	11
5. FASE DI ANALISI PER LA STESURA DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA	13
5.1. Censimento degli impianti (stato di fatto).....	13
5.1.1. Anagrafica punti luce	14
5.1.2. Valutazione della conformità normativa degli impianti	19
5.1.3. Analisi energetica degli impianti	23
5.1.3.1. <i>Audit energetico stato di fatto</i>	23
5.1.3.2. <i>Analisi energetica stato di progetto</i>	24
5.1.4. Definizione dei fabbisogni e delle prestazioni illuminotecniche	24
6. PROPOSTE D'INTERVENTO	24
6.1. Sostituzioni previste negli attuali impianti di illuminazione, relativamente agli apparecchi di illuminazione e alle sorgenti luminose installate	25
7. ANALISI ECONOMICA	27
7.1. Stima del risparmio energetico annuale.....	27
7.1.1. Consumo di energia e costi di gestione dell'impianto attuale	27
7.1.2. Consumo di energia e costi di gestione dell'impianto con corpi illuminanti a LED	30
7.1.3. Considerazioni in termini di risparmio energetico ottenibile e relativi costi di gestione conseguenti alla sostituzione degli attuali corpi illuminanti con lampade a LED	32
8. CRONOPROGRAMMA INTERVENTO	33
9. CALCOLO SOMMARIO DEI COSTI E QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO	34
10. BENEFICI AMBIENTALI ATTESI	34
11. LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	37
12. VALUTAZIONE DEL RISULTATO FINALE E FATTIBILITÀ DEL PROGETTO	41

1. PREMESSA

La presente Relazione Generale e tecnico descrittiva è inerente alla proposta di Project Financing, promossa, ai sensi degli artt. 179, comma 3, e 183 comma 15, del D.Lgs. 50/2016 e ss.mm. e ii., dal Proponente G.S. IMPIANTI S.r.l., che si candida per la gestione in concessione del servizio pubblico di illuminazione pubblica, finalizzato al raggiungimento della migliore efficienza energetica e gestionale, tramite interventi di adeguamento normativo e tecnico.

La proposta, in ottemperanza alla vigente normativa di settore, individua, tra più soluzioni, quella che garantisce il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare ed alle prestazioni da fornire.

Il Comune di Bagheria ha la necessità di adeguare gli impianti di illuminazione pubblica per renderli conformi alle Norme CEI, UNI ed alle vigenti normative comunitarie e nazionali, perseguendo, in tal modo, l'obiettivo di ottenere importanti benefici in termini economici, di sicurezza ed ambientali a tutto vantaggio della comunità bagherese.

Non appare, inoltre, secondario ricordare che il Comune di Bagheria ha aderito il 28/01/2015 all'iniziativa della Commissione Europea denominata "Patto dei Sindaci" (Covenant of Mayor). Pertanto, grazie al presente intervento progettuale, potrà avvalersi di un intervento del tutto in linea con il rispetto degli impegni assunti attraverso la sottoscrizione del suddetto patto ed avvicinarsi agli obiettivi dettati:

- dal protocollo di Kyoto, che impone all'Italia l'abbattimento delle emissioni di gas ad effetto serra attraverso un contributo diretto di tutti gli Enti pubblici e privati;
- dalle misure fissate dall'Unione Europea con il "Piano 20 20 20";
- dalla nuova politica energetica comunitaria per il 2030, che fissa tre obiettivi principali da conseguire entro l'anno indicato: una riduzione almeno del 40% delle **emissioni di gas a effetto serra** (rispetto ai livelli del 1990); una quota almeno del 27% di **energia rinnovabile**; un miglioramento almeno del 27% dell'**efficienza energetica**.

L'intervento proposto garantirà infatti i seguenti risultati:

- riduzione del flusso disperso mediante l'utilizzo di adeguate ottiche e riflettori;
- riduzione dei consumi energetici, associati all'illuminazione pubblica, attraverso l'utilizzo di apparecchi di illuminazione e sorgenti luminose ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali sono gli apparecchi di illuminazione con lampade a tecnologia LED, in luogo delle attuali, con efficienza luminosa inferiore e non rispettosi delle norme sull'inquinamento luminoso;
- la riduzione dei consumi energetici, associati all'illuminazione pubblica, garantendo la luminanza media delle superfici da illuminare in rispetto ai livelli minimi previsti dalle

normative tecniche di sicurezza;

- la riduzione dei costi di manutenzione, utilizzando apparecchi di illuminazione con sorgenti luminose ad elevata vita utile e ridotti interventi.

2. INDIVIDUAZIONE DELLA SOLUZIONE

La pubblica illuminazione rappresenta indubbiamente uno degli elementi più importanti nell'ambito di una realtà urbana. Pertanto, le procedure di affidamento, la pianificazione degli interventi, la realizzazione e la gestione del servizio di illuminazione di una città, rappresentano certamente degli aspetti particolarmente delicati ed al contempo complessi che meritano una attenta analisi e valutazione, al fine di consentire alle Pubbliche Amministrazioni di raggiungere i propri obiettivi con il miglior rapporto costi/benefici.

2.1. La scelta della soluzione amministrativa

Il servizio di illuminazione pubblica, per consolidata giurisprudenza amministrativa, rientra tra i servizi pubblici locali (Cfr. Consiglio di Stato, sent. n. 8232/2010), le cui procedure di affidamento, dopo che la Corte Costituzionale, con sentenza 17 luglio 2012, n.199 (in G.u. 25/07/2012), ha dichiarato l'illegittimità costituzionale dell'Art. 4 del D.L. 13-08-2011 n. 138, sono regolate attraverso l'applicazione nell'ordinamento italiano della normativa comunitaria relativa alle regole concorrenziali minime in tema di affidamento di appalti e servizi.

La disciplina comunitaria prevede che un servizio pubblico possa essere affidato:

- rivolgendosi al mercato, mediante indizione di una gara pubblica per la scelta dell'affidatario;
- mediante una società mista con selezione competitiva del socio privato operativo (cd. gara a doppio oggetto);
- ricorrendo all'affidamento diretto, secondo il modello organizzativo del cosiddetto in house providing, nei casi in cui si riscontrino le previste condizioni di legittimità.

Tale contesto normativo trova conferma anche nelle disposizioni Regionali che, per quanto di nostro interesse, in Sicilia, essendo una regione a statuto autonomo, sono contenute nella L.R. n.12 del 2011 e nelle successive modifiche ed integrazioni alla stessa ad opera della legge regionale n. 8 del 2016 e della circolare 31/05/2017 n.9, che recepiscono la normativa nazionale e comunitaria in ordine al Codice dei contratti pubblici e pertanto in ordine alle procedure di affidamento.

Pertanto, è necessario che l'Amministrazione Comunale valuti, tra le diverse possibili procedure e modelli contrattuali, quale rappresenti la soluzione più adatta a soddisfare le esigenze della comunità cittadina.

Procedura di affidamento	Caratteristiche
Gara pubblica	<p>L'Amministrazione Comunale, tramite una procedura competitiva ad evidenza pubblica, seleziona l'operatore economico al quale affidare il servizio.</p> <p>L'Amministrazione può ricevere la soluzione più adatta alle sue esigenze tra i modelli procedurali previsti dalle vigenti norme:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Appalto di servizio - Concessione di servizio - Finanza di Progetto
Società mista	<p>In questo caso l'Amministrazione Comunale intende ricercare un partner privato industriale al quale affidare specifici compiti operativi, all'interno di una società costituita per gestire il servizio, alla quale partecipa direttamente la stessa Amministrazione Comunale. La gara ad evidenza pubblica per la scelta del socio privato dovrà avere un doppio oggetto: l'attribuzione dei compiti operativi e quella della qualità di socio.</p>
In housing	<p>Attraverso l'istituto comunitario "in house providing" o affidamento "in house" (letteralmente "gestione in proprio"), l'Amministrazione Comunale decide di gestire direttamente il servizio, senza metterlo a gara. In questo caso la pubblica amministrazione si avvale di propri organismi che, pur estranei all'organizzazione amministrativa, sono soggetti a forme particolari di controllo e gestione.</p>

Rispetto a queste possibili soluzioni la nostra proposta si è indirizzata sul modello della procedura competitiva ad evidenza pubblica tramite il cosiddetto Progetto di Finanza su iniziativa dell'operatore economico privato, previsto e disciplinato dall'art. 183, comma 15, del D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50.

Con il Progetto di Finanza l'Amministrazione Comunale dispone di una progettazione tecnico/economica relativa ad un intervento il cui impegno finanziario è coperto interamente dall'operatore economico privato che, tramite i flussi di cassa derivanti dalla successiva gestione dell'impianto, potrà coprire il costo del servizio e ottenere la remunerazione del rischio d'impresa.

Questa soluzione, permette all'Amministrazione Comunale di Bagheria di ottenere i vantaggi propri di una procedura concorrenziale, coniugati con i seguenti ulteriori benefici:

- assenza di costi di progettazione;
- rinnovo e messa a norma impianti;
- standard di servizio elevati;
- impiego di materiali e tecnologie innovative;
- risparmio energetico;
- ottimizzazione illuminotecnica;
- adozione di tecnologie smart city;
- certezza dei costi di gestione.

Anche dal punto di vista dei possibili rischi amministrativi connessi all'iter procedurale, la finanza di progetto appare ormai una modalità di affidamento consolidata ed affidabile.

I dati forniti dall'IFEL (Fondazione ANCI) relativamente ai progetti di PPP nelle opere pubbliche, nel periodo intercorrente dal 2002 al 2018, consentono di sostenere che il PPP è diventato nel tempo un mercato importante per il nostro Paese. Nella sottostante tabella, tra gli altri dati, viene riportata la media annua (2002-2018) degli importi, espressi in milioni di euro, dei bandi per le opere pubbliche che si sono avvalse dello strumento normativo del PPP; un valore pari ad una media annua di 26.993,00 milioni di euro.

Tabella 1. Mercato OO.PP., bandi di gara pubblicati, per tipo di mercato, somma e media annua 2002-2018				
Mercato	Somma 2002-2018		Media annua 2002-2018	
	Numero bandi	Importo bandi (Mln €)	Numero bandi	Importo bandi (Mln €)
PPP	35.400	95.176	2.082	5.599
Concessioni di lavori	6.124	50.427	360	2.966
Concessioni di servizi (a)	25.662	37.086	1.510	2.182
Altre gare PPP	3.614	7.662	213	451
Altri mercati (b)	349.701	363.712	20.571	21.395
TOTALE	385.101	458.888	22.653	26.993

(a) Oltre alle concessioni di servizi sono compresi i contratti per servizi energetici che prevedono l'esecuzione di lavori di efficientamento energetico finalizzati a generare risparmi di natura energetica e gestionale che saranno effettuati a titolo non oneroso per l'Amministrazione con finanziamento da parte dell'Appaltatore.

(b) Sono compresi: appalti di sola esecuzione, appalti integrati, contraente generale e appalti misti di lavori e servizi senza capitali privati.

Fonte: elaborazione IFEL e Cresme Europa Servizi su dati Osservatorio Opere pubbliche e infopp.it, anni vari

2.2. La scelta della soluzione tecnica

Un progetto così significativo, qual è quello di riqualificare l'illuminazione pubblica di interi impianti cittadini, impone un approccio progettuale attento e scrupoloso. In particolare, devono essere valutate con cura tutte le possibili soluzioni tecniche offerte dal mercato, al fine di individuare la soluzione o il mix di soluzioni che permettano di raggiungere i migliori risultati in termini di efficienza, confort ambientale e riduzione dei costi.

Pertanto, l'ipotesi semplicistica di una sostituzione di massa delle apparecchiature installate, con equivalenti a tecnologia più avanza, presenti sul mercato, non rappresenta certamente la soluzione migliore. Riqualificare implica, infatti, un'analisi puntuale di tutti gli impianti esistenti e la conseguente definizione di una scala di priorità degli interventi; questi ultimi delineati sulla base di valutazioni economiche, di qualità del servizio e di sicurezza.

Alternative tecnologiche analizzate	Pro	Contro
Light Emitting Diode - LED	<ul style="list-style-type: none">- Durata elevata- Minore manutenzione- Assenza di sostanze pericolose- Accensione a freddo immediata- Resistenza agli urti e alle vibrazioni- Dimensioni ridotte- Flessibilità di installazione- Possibilità di regolare la potenza	Costo elevato
Ioduri o alogenuri metallici – JM	<ul style="list-style-type: none">- Buona efficienza luminosa- Buona resa cromatica- Lunga durata di vita- Miglior tipologia di luce bianca brillante	<ul style="list-style-type: none">- Costo elevato- Necessità di dispositivi appositi- Tempi di accensione prolungati- Emissione di raggi ultravioletti- Decadimento del flusso più rapido

Sodio alta pressione - SAP	<ul style="list-style-type: none"> - Ottima efficienza luminosa - Consumi molto contenuti per la versione standard - Buona durata di vita media - Possibilità di regolazione del flusso luminoso 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessità di dispositivi appositi come l'alimentatori - Tempo di messa a regime relativamente lungo (circa 5 minuti) - Decadimento luminoso fino al 30% - Tempi di riaccensione oltre il minuto - Modesta resa dei colori (Luce gialla accentuata).
Lampade ad induzione	<ul style="list-style-type: none"> - Ottima durata di vita media - Buona resa cromatica - Accensione immediata - Assenza di sfarfallamento della luce - Indipendenza alle oscillazioni di tensione 	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentatore esterno - Intervallo di temperatura di colore ridotto - Necessità di attacco speciale

Fonte: "Linee Guida Operative per la gestione degli impianti di pubblica illuminazione" – ANCITEL 2013.

Tra le diverse soluzioni tecnologiche analizzate, di cui le principali vengono riportate nella soprastante tabella, a nostro modo di vedere, quella che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici, per la collettività di Bagheria, è certamente l'utilizzo della tecnologia LED (Light Emitting Diode).

Quest'ultima tecnologia, infatti, nel pieno rispetto della vigente normativa di settore, coniuga: gli aspetti positivi di un bassissimo impatto ambientale, grazie alla sua efficienza energetica ed all'assenza di sostanze inquinanti; un'ottima resa illuminotecnica e cromatica, in grado di migliorare il confort e la sicurezza degli utenti delle strade; i bassissimi costi di gestione degli impianti, grazie all'elevata durata delle sorgenti luminose a LED, stimata ormai in circa 100.000 ore.

Le motivazioni su esposte fanno sì che la nostra proposta progettuale preveda la sostituzione di tutte le attuali lampade con sorgenti luminose LED di ultima generazione.

2.3. Vantaggi tecnologici delle sorgenti luminose a LED

La tecnologia a LED, rispetto ad altre tecnologie di illuminazione pubblica, garantisce tutta una serie di vantaggi così come di seguito riportati.

2.3.1. Risparmio energetico

L'impiego di apparecchi per l'illuminazione con lampade a tecnologia a LED, a parità di illuminazione, comportano una riduzione in termini di potenza installata e conseguente risparmio energetico dal 50% all'80%. Ciò consente, in una prima fase, il totale riscatto dell'investimento effettuato per efficientare gli impianti e, in un secondo momento, la fruizione del vantaggio economico conseguente al risparmio energetico. Vedi Tabella n. 5 – *“Quadro comparativo dei consumi e dei costi di gestione del vecchio e del nuovo impianto”*.

2.3.2. Qualità della Luce

La luce emessa dalle lampade al sodio è gialla (temperatura di colore, espressa in Gradi Kelvin, di circa 2000°K) e non corrisponde al picco della sensibilità dell'occhio umano. I colori, pertanto, non sono riprodotti fedelmente (indice di resa cromatica 20) ed è necessaria una più intensa illuminazione al fine di garantire una visione sicura.

I LED invece emettono anche luce bianca fredda (temperatura di colore 6.000° K) e garantiscono, con minor consumo di energia, un'illuminazione più sicura per gli utenti della strada (secondo alcuni recenti studi abbassa i tempi di reazione all'imprevisto).

La luce bianca attraversa in maniera più efficace la nebbia, rendendo i veicoli più visibili. Inoltre, i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza.

L'indice di resa cromatica nel caso dei LED è pari a 80 e corrisponde ad una maggior fedeltà di riproduzione dei colori.

L'idea di legare la tecnologia LED all'illuminazione stradale deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo: gli studi sulla visibilità con luce bianca si basano sul fatto che a seconda della luminanza vengono utilizzati o meno tutti gli apparati percettivi del nostro occhio (coni e bastoncelli). I risultati indicano che sono da preferire le sorgenti luminose con spettro prevalente nella banda del blu, come i LED, senza richiedere elevati valori di luminanza. Le lampade al sodio ad alta pressione presentano uno spettro centrato nella banda del rosso, molto al di fuori del picco di sensibilità dell'occhio umano.

2.3.3. Inquinamento luminoso

Le lampade al sodio, essendo omnidirezionali, diffondono la luce in tutte le direzioni ed è necessario dotare il lampione di parabola per rendere maggiormente direzionale la luce emessa dalla sorgente: l'efficienza luminosa finale è il 50% di quella emessa dalla sorgente.

Il LED, invece, è, per costruzione, una sorgente direzionale ed emette un fascio luminoso definito che riduce al minimo l'inquinamento luminoso. Il LED può essere anche interfacciato con delle ottiche secondarie per ottimizzare la prestazione ed ottenere distribuzioni luminose precise. Si

richiama, relativamente all'inquinamento luminoso, la Legge Regionale n. 4 del 22/04/2005 che, all'Art. 3, fa riferimento all'adozione di un regolamento per la riduzione e la prevenzione dell'inquinamento luminoso.

2.3.4. Durata

La vita utile del LED si esprime secondo lo standard internazionale L70, ovvero il numero di ore necessarie perché un LED raggiunga il 70% del flusso iniziale ed è funzione della temperatura ambientale. La vita utile dei sistemi a LED in generale è stimata in 50.000-100.000 ore (10-20 anni, 11,5 ore al giorno) contro le 12.000-15.000 ore (3-4 anni) delle lampade al sodio ad alta pressione. Secondo stime dopo 50.000-100.000 ore la luminosità dei sistemi a LED scende al 70% rispetto al valore iniziale e questo può essere considerato il termine della vita utile del LED.

2.3.5. Manutenzione

I costi di manutenzione degli apparati di illuminazione a LED sono stimati nell'ordine di un decimo rispetto agli impianti al sodio attualmente in uso.

2.3.6. Costi

I sistemi a LED hanno un costo iniziale maggiore, dal doppio al triplo, rispetto alle soluzioni tradizionali. Considerando però la maggiore durata, il risparmio energetico e la manutenzione quasi assente, si ha un risparmio netto dal 50% al 80%.

Inoltre, la produzione di semiconduttori diventa sempre più economica con l'aumentare dei volumi di produzione e quindi, con il diffondersi della tecnologia LED, i prezzi si abbasseranno. La tecnologia LED è in rapido sviluppo e l'efficacia luminosa dei LED aumenta rapidamente.

3. OBIETTIVI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

Le soluzioni tecniche descritte nel progetto di fattibilità tecnica ed economica proposto, di cui il presente elaborato è parte integrante, rappresentano, sulla base della nostra esperienza e visione di un moderno impianto di illuminazione pubblica, le migliori soluzioni possibili anche alla luce delle più avanzate soluzioni tecnologiche attualmente disponibili.

Si fa presente che, al fine di adeguare gli attuali impianti alle vigenti normative di settore, nonché alle esigenze funzionali della nuova tecnologia LED, sono stati previsti anche degli interventi di manutenzione straordinaria a carico di: quadri di comando e protezione; linee elettriche; sostegni illuminanti. Saranno, inoltre, introdotti dei servizi di smart city, come di seguito specificati.

Gli obiettivi prefissati sono i seguenti:

- risparmio energetico;
- adeguamento normativo degli impianti;
- ottimizzazione delle prestazioni illuminotecniche;
- riduzione/eliminazione dell'inquinamento luminoso;
- miglioramento del confort visivo e delle condizioni di sicurezza degli utenti delle strade;

- implementazione di tecnologie e servizi avanzati (smart city);
- miglioramento dei livelli manutentivi grazie all’ausilio delle nuove tecnologie;
- ottimizzazione degli standard gestionali.

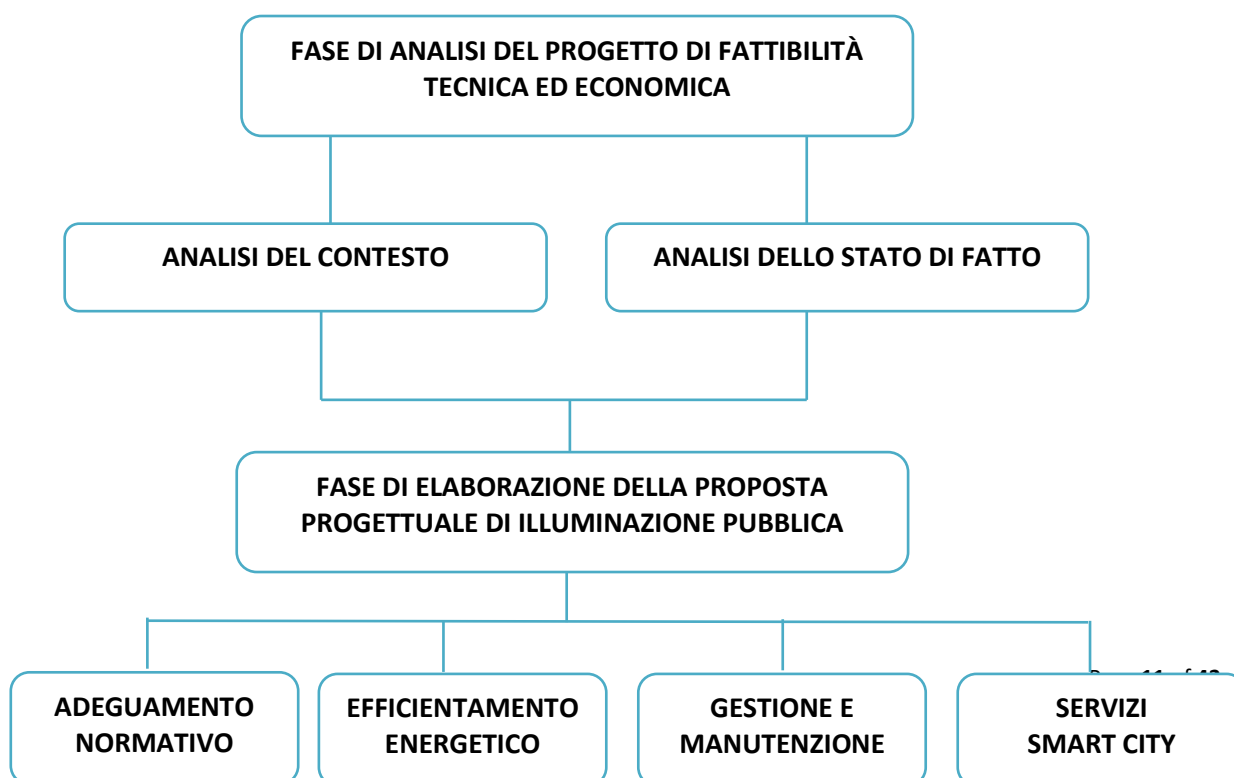
La presente progettualità, come meglio specificato in seguito, prevede un intervento di manutenzione straordinaria sulla quota parte di impianti (**3.497 punti luce**) non interessati dall’intervento di efficientamento energetico finanziato con la linea d’intervento - *PO FESR SICILIA 2014-2020 - Asse 4 – Azione 4.1.3 -Adozione di soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di illuminazione pubblica, promuovendo installazioni di sistemi automatici di regolazione (sensori di luminosità, sistemi di telecontrollo e di telegestione energetica della rete)* ed ancora la gestione, per tutta la durata del periodo concessorio (anni 21 e 6 mesi, comprensivi dei 18 mesi necessari alla realizzazione degli interventi di manutenzione straordinaria) dell’intero parco impiantistico della illuminazione pubblica del Comune di Bagheria, pari a **6.587 punti luce**. Come da nota Protocollo Numero 72920, del 30/12/202, del Comune di Bagheria verranno inoltre gestiti, per l’intero periodo della convenzione, pari ad anni 20, ulteriori n. 34 punti luce decorativi, di recente installazione, collocati presso il quadrivio tra via P. Mattarella e Via Nino Bixio, per un totale complessivo di n. **6.621** punti luce.

Data la natura e la complessità tecnica degli interventi, necessari a perseguire gli obiettivi sopra elencati, la durata della gestione del servizio è stata proposta in **20 anni**, in modo da consentire all’operatore economico di ammortizzare gli investimenti realizzati.

4. METODOLOGIA E CRITERI DI ELABORAZIONE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

L’iter progettuale, che ha condotto alla stesura del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica, ha avuto inizio a seguito di un’attenta analisi dell’attuale configurazione e dello stato di mantenimento degli impianti della illuminazione pubblica.

Il sottostante schema riporta la metodologia adottata.



È stata, quindi, sviluppata, nel contesto urbano del comune di Bagheria, una proposta progettuale in grado di integrare tutti gli elementi tecnici propri di un impianto di illuminazione pubblica: adeguamento normativo, efficientamento energetico, ottimizzazione gestionale ed offerta di servizi aggiuntivi (videosorveglianza).

Si è successivamente, attraverso un percorso analitico, descritto nel prosieguo della presente relazione, pervenuti:

- all'individuazione dei consumi di energia e dei costi di gestione degli attuali impianti; questi ultimi sono provvisti di apparecchi di illuminazione con sorgenti luminose quasi esclusivamente con tecnologia SAP (sodio ad alta pressione);
- all'individuazione dei consumi di energia e dei costi di gestione dei nuovi impianti (stato di progetto) che saranno dotati integralmente di apparecchi di illuminazione con sorgenti luminose a LED;
- alla comparazione tra i vecchi impianti ed i nuovi (totalmente a LED);
- al conseguente saving gestionale, esito dell'esame comparativo tra le due configurazioni (vecchi impianti con sorgenti luminose quasi esclusivamente a SAP e nuovi impianti totalmente a LED).

I dati relativi ai consumi di energia ed ai costi gestionali degli impianti, nella nuova configurazione a LED, sono stati poi utilizzati per la definizione dell'elaborato 14 "Piano economico finanziario", che è stato asseverato secondo le vigenti normative.

La presente progettazione ha, inoltre, adottato criteri rispettosi dell'ambiente, per tutto quanto attiene agli interventi di adeguamento normativo e riqualificazione energetica degli attuali impianti. A tal fine, il progetto di fattibilità tecnica ed economica, relativamente all'oggetto dell'intervento, ha fatto riferimento al:

- **DM 27 settembre 2017**, pubblicato nella G.U. della Repubblica Italiana, n 244, del 18 ottobre 2017, del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.
- **DM del 28 marzo 2018**, pubblicato nella G.U. della Repubblica Italiana, n 98, del 28 aprile 2018, del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica". Tale decreto aggiorna i CAM sull'efficienza delle sorgenti luminose, come le lampade a LED, sulle apparecchiature, come gruppi ottici e gli alimentatori, oltre che per l'affidamento del servizio di progettazione dell'impianto di illuminazione pubblica.

In Italia, l'efficacia dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) è stata assicurata grazie all'art.18 della L.

221/2015 e, successivamente, all'art. 34, recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale", del **D.lgs. 50/2016** "Codice degli appalti" (modificato dal **D.Lgs. 56/2017**, che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le Stazioni Appaltanti).

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

Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all'esigenza della Pubblica amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa.

5. FASE DI ANALISI PER LA STESURA DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica è stato redatto a seguito dell'avvenuto svolgimento delle necessarie indagini preliminari, come di seguito descritte, e nel pieno rispetto dei riferimenti legislativi e normativi di settore, la cui elencazione viene riportata nell'apposito paragrafo 11. "**LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO**"

In particolare, hanno fatto parte della preventiva fase di analisi:

1. il censimento degli impianti;
2. la valutazione della conformità normativa degli impianti;
3. l'analisi energetica degli impianti;
4. la definizione dei fabbisogni e delle prestazioni illuminotecniche minime.

Le sopra elencate indagini preliminari hanno avuto un livello di dettaglio conforme a quanto stabilito dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) attraverso i succitati **D.M. 27 settembre 2017 e 28 marzo 2018**.

5.1. Censimento degli impianti (stato di fatto)

Il censimento degli impianti è stato condotto in maniera tale da potere disporre di tutte le informazioni necessarie alla redazione di un progetto di fattibilità tecnica ed economica.

A tal fine si è fatto riferimento alla **Scheda 1** del D.M. del 28 marzo 2018 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica", avendo cura di poter disporre di un numero di informazioni non inferiore ma certamente superiore rispetto a quanto prescritto dal decreto ministeriale.

Nello specifico, grazie alla documentazione ed alle informazioni forniteci dall'Ufficio Tecnico del Comune di Bagheria e verificando ed integrando tali informazioni attraverso ripetuti sopralluoghi in situ, si è potuto disporre delle informazioni di seguito riportate.

5.1.1. Anagrafici punti luce

COMUNE DI BAGHERIA	
Numero di abitanti	53.409 ¹
Superficie	29,84 Km ²
Gestore	ENEL ENERGIA
Numero di punti luce totali	6.587
Numero punti luce di proprietà	6.499
Numero punti luce non di proprietà (Enel Sole)	88

Tipologia Sorgenti Luminose per potenza installata	Q. tà	Energia Nominale dissipata			TOTALE KW
		lampada (W)	Accenditore (W)	Totale (KW)	
ALO 1000 W	2	1.000	37	1,04	2,07
ALO 150 W	7	150	23	0,17	1,21
ALO 50 W	6	50	0	0,05	0,30
ALO 500 W	7	500	27	0,53	3,69
FLC 32 W	38	32	1	0,03	1,26
FLC-Tubo 36 W	35	36	2	0,04	1,33
INC 100 W	39	100	0	0,10	3,90
INC 23 W	1	23	1	0,02	0,02
INC 50 W	28	50	5	0,06	1,54
SAP 100 W	1.512	100	22	0,122	184,46
SAP 150 W	2.421	150	28	0,178	430,94
SAP 250 W	1.082	250	47	0,297	321,35
SAP 400 W	76	400	78	0,478	36,33
SAP 70 W	1.235	70	12	0,082	101,27
VM 125 w	50	125	17	0,14	7,10
VM 250 W	16	250	18	0,27	4,29
VM 35 W	30	35	6	0,04	1,23
VM 80 W	2	80	14	0,09	0,19
Totale complessivo	6.587				1.102,49

NUMERO SOSTEGNI	
Fino a 6 mt di altezza fuori terra	1.494
Oltre 6 mt di altezza fuori terra	4.479
Numero complessivo sostegni	5.973

¹ (31/12/2019 – Istat)

Gli attuali **6.587** punti luce, oggetto degli interventi di efficientamento energetico, afferiscono a n. **50 quadri** di distribuzione in B.T. e **7 sottoquadri**. Di questi, come riportato nelle sottostanti tabelle, 18 quadri e 1 sottoquadro sono interessati dall'intervento finanziato dalla linea d'intervento 4.1.3 del PO FESR SICILIA 2014 – 2020, mentre i restanti 32 quadri e 6 sottoquadri saranno oggetto dell'intervento di efficientamento energetico della presente proposta di fattibilità.

Tabella 1 - quadri di alimentazione oggetto d'intervento tramite la linea d'intervento 4.1.3 del PO FESR SICILIA 2014 - 2020

n°	Quadro stato di progetto	Corrispondenza quadro stato di fatto	Ubicazione	Tipologia intervento
1	Q.01	Q.01	Via Perez	Integrale
2	Q.02	Q.02	Via Perez	Integrale
3	Q.03	Q.03	Via Concordia Mediterranea	Integrale
4	Q.04	Q.04	Via Tempra	Integrale
5	Q.05	Q.05	Via Trieste (fiume d'Italia)	Integrale
6	Q.06	Q.06	C.so B. Scaduto (via Caccia)	Integrale
7	Q.07	Q.07	C.so B. Scaduto (rettilineo Aspra)	Integrale
8	Q.08	Q.08	Viale Sant'Isidoro e piazza Mons. Cipolla	Integrale
9	Q.09	Q.58	Via F.sco Tempra (Piano Stenditore)	Integrale
10	Q.10	Q.34	Via G.ppe Verdi	Integrale
11	Q.11	Q.17	Piazza Cirrincione	Integrale
12	Q.12	Q.18	Via Consolare (solo piazzetta Cutò)	Parziale
13	Q.13	Q.19	Via Mole	Integrale
14	Q.14	Q.28	C.so Umberto (con piazza Garibaldi e via D. D'Amico) e quartiere sopra C.so Umberto	Integrale
15	Q.15	Q.29	Solo Corso Butera	Parziale
16	Q.16	Q.42	Piazza Indipendenza	Integrale
17	Q.17	Q.54	Piazza Sepolcro	Integrale
18	SQ.01	SQ. – Q.31	Via Ruggero VII	Integrale
19	Q.18	Q.64	Piazza Vittime Mafia	Integrale

Tabella 2 - quadri di alimentazione oggetto d'intervento tramite il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica

n°	Quadro stato di progetto	Corrispondenza quadro stato di fatto	Ubicazione	Tipologia intervento
1	SQ.02	SQ. – Q.8	Piazzetta e via Zara	Integrale
2	Q.19	Q.10	Viale Olivuzza, via del Cimitero	Integrale
3	Q.20	Q.11	via del Mulino	Integrale
4	Q.21	Q.12	SS 113 (Parisi)	Integrale
5	Q.22	Q.14	SS 113 (c/o S. Teresa)	Integrale
6	Q.23	Q.15	SS 113 (c/o Rammacca) Opel	Integrale
7	Q.23	Q.16	P.zza Cirincione (Anime Sante) [Propr.Enel Sole]	Integrale
8	Q.24	Q.20	via Stazione (accanto osteria)	Integrale
9	Q.25	Q.21	via Natoli (Angiò)	Integrale
10	Q.26	Q.22	via I.L. Trabia (Ingresso Palazzo Villarosa)	Integrale
11	Q.27	Q.23	via Rossi	Integrale
12	Q.28	Q.24	via del Fonditore	Integrale
13	Q.29	Q.25	via Carà	Integrale
14	Q.30	Q.26	via Città di Palermo	Integrale
15	Q.31	Q.27	via M. Toselli (c/da Monaco)	Integrale
16	Q.32	Q.30	via Roma (Scuola Cirrincione)	Integrale
17	Q.33	Q.31	via De Spuches	Integrale
18	Q.34	Q.33	via Pirandello [Propr.Enel Sole]	Integrale
19	Q.35	Q.35	via Marvuglia	Integrale
20	Q.36	Q.36	via Vallone De Spuches (case popolari)	Integrale
21	Q.37	Q.37	via Fedro	Integrale
22	Q.38	Q.38	via P. Novelli	Integrale
23	Q.39	Q.39	via Paisiello (c/o villa Roccaforte)	Integrale
24	Q.40	Q.40	via Passo del Carretto	Integrale
25	Q.41	Q.43	"via S. G.nni Bosco - Prov.le Ventimiglia SP 16 (Deposito bibite)"	Integrale
26	Q.42	Q.45	via Consona Scotto/Lanza, c/o tunnel	Integrale
27	Q.43	Q.46	via Scalidda Lanza [Propr.Enel Sole]	Integrale
28	Q.44	Q.48	Incorvino Amalfitano - Consona (c/o bivio cava)	Integrale
29	Q.44	Q.52	via Serradifalco	Integrale
30	Q.45	Q.53	via Bernardo Mattarella (park S. Pietro)	Integrale
31	Q.46	Q.55	Piazza Butera (Piano c/o Certosa)	Integrale
32	SQ.03	SQ. – Q.29	via Bernardo Mattarella	Integrale
33	SQ.04	SQ. – Q.36	via del Convento (Coop)	Integrale
34	Q.47	Q.59	via Consona Scotto Lanza (nuovo svincolo)	Integrale
35	SQ.05	SQ. – Q.26	"Via ing. Bagnera c/o incrocio sottopasso (Condominio)"	Integrale
36	SQ.06	SQ. – Q.20	Dietro Palazzo Cutò - Stazione ferroviaria	Integrale
37	Q.48	Q.62	SP 88 - Circonvallazione est	Integrale
38	SQ.07	SQ. – Q.23	Via Corradino di Svevia	Integrale

I quadri dello stato di fatto: Q.13 (SS 113 – traversa Parisi), Q.32 (via B. Marcello – Mattarella), Q.44 (via del Mulino), Q.47 (via Tago), Q.49 (Gesuiti), Q.50 (palazzo Villarosa), Q.51 (palazzo Butera), sono stati nel corso degli anni o eliminati o accorpati ad altri impianti.

CONSISTENZA DEI QUADRI DI ALIMENTAZIONE – STATO DI FATTO	
Numero complessivo quadri di alimentazione nello stato di fatto	50
Numero complessivo sotto - quadri di alimentazione nello stato di fatto	7

CONSISTENZA DEI QUADRI DI ALIMENTAZIONE – IPOTESI STATO DI PROGETTO	
Numero quadri da sostituire N. quadri elettrici da installare ex novo (interventi di efficientamento sugli attuali impianti di illuminazione pubblica pedonale - PO FESR 2014-2020)	18
N. sotto - quadri da installare ex novo (interventi di efficientamento sugli attuali impianti di illuminazione pubblica pedonale - PO FESR 2014-2020)	1
N. quadri elettrici da installare ex novo (interventi di efficientamento sugli attuali impianti di illuminazione pubblica pedonale – presente studio di fattibilità tecnica ed economica)	32
N. sotto - quadri da installare ex novo (interventi di efficientamento sugli attuali impianti di illuminazione pubblica pedonale – presente studio di fattibilità tecnica ed economica)	6
Numero quadri da accorpare	0

STATO DELL'IMPIANTO ELETTRICO				
	Sostegni da riqualificare (in unità sul totale)		Linee da riqualificare (in metri lineari sul totale)	
Pessimo	Oltre 35%		Oltre 8%	X
Insufficiente	Fino al 35%		Fino al 8%	
Sufficiente	Fino al 20%		Fino al 5%	
Buono	Fino al 10%	X	Fino al 3%	
Ottimo	Fino al 5%		Fino al 1%	
Linee aeree [mt] (indicativo)		197.610		
Percentuale di linee aeree su totale (indicativo)		45,00%		

ENERGIA ASSORBITA E COSTI ANNUI	
Energia assorbita (media anni 2017 - 2018)	[kWh] 3.495,338
Costo annuo energia (media anni 2017 – 2018 attualizzata al 2021)	[€] 741.856,02
Costo manutenzione ordinaria annua per impianti di proprietà laddove disponibile (media anni 2017 – 2018 attualizzata al 2021)	[€] 228.159,72
Costo manutenzione ordinaria annua per impianti non di proprietà laddove disponibile (anno 2021)	[€] 0,00
Costo manutenzione straordinaria annua per impianti di proprietà laddove disponibile (anno 2021)	[€] 0,00
Costo manutenzione straordinaria annua per impianti non di proprietà laddove disponibile (anno 2021)	[€] 0,00

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE	
Alimentazione Elettrica	400/230V – 50Hz
Categoria del Sistema (norma CEI 64-8)	I in c.a.
Alimentazione delle Sorgenti Luminose	In derivazione
Tipo di Impianto	Alcuni indipendenti, altri promiscui (ex Enel Sole)
Classe di Isolamento	I
Sistema di Distribuzione	TT

Riassumendo le principali informazioni, discendenti dai dati del censimento, sopra riportati in forma tabellare, gli impianti di illuminazione pubblica, con una rilevazione pari al 100% delle loro componenti (punti luce, quadri di alimentazione, linee di alimentazione, ambiti illuminati) e rispondenti a tutti i campi riportati nella Scheda 1 del D.M. **28 marzo 2018**, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica", presentano una configurazione ed uno stato conservativo come di seguito descritto.

Nel suo complesso, l'attuale configurazione impiantistica dell'illuminazione pubblica del Comune di Bagheria, compresa l'intera frazione di Aspra, consta di **6.587** punti luce. Di questi **3.090**, a servizio del borgo marinaro di Aspra, del centro storico di Bagheria e di parte dei contesti ad esso immediatamente limitrofi, saranno oggetto d'intervento grazie ai fondi derivanti dalla linea d'intervento 4.1.3. del PO FESR Sicilia 2014-2020.

I restanti impianti, aventi una consistenza di **3.497** punti luce, ricadono nella restante parte di territorio adiacente al centro storico del Comune di Bagheria (parte preponderante), nonché nella parte di espansione collegata all'abusivismo degli anni 80 ed urbanizzata negli anni 90; questi

ultimi saranno oggetto degli interventi di efficientamento energetico, adeguamento normativo ed introduzione di servizi di smart city, di cui al presente progetto di fattibilità tecnica ed economica.

La proposta contempla, inoltre, la gestione di tutta la configurazione impiantistica, ossia di **tutti i 6.587 punti luce**, siano essi interessati dall'intervento inerente alla linea d'intervento del PO FESR Sicilia 2014 - 2020 (**3.090 punti luce**) che alla presente progettualità (**3.497 punti luce**).

Come da nota Protocollo Numero 72920, del 30/12/202, del Comune di Bagheria verranno inoltre gestiti, per l'intero periodo della convenzione, pari ad anni 20, ulteriori n. 34 punti luce decorativi, di recente installazione, collocati presso il quadrivio tra via P. Mattarella e Via Nino Bixio, per un totale complessivo di n. **6.621** punti luce.

Gli impianti, nel loro complesso, risultano distribuiti su n. **50** quadri elettrici di alimentazione e n. 7 sottoquadri, per lo più in classe di isolamento I. La distribuzione elettrica per l'alimentazione degli impianti è di tipo trifase 400/230V (FFF+N).

Mediante gli impianti risultano obsoleti e necessitano d'interventi di efficientamento energetico e di messa in sicurezza; ciò riguarda in particolare i corpi illuminanti e i quadri elettrici che saranno sostituiti in toto, mentre per i sostegni e le linee elettriche di distribuzione si prevede un intervento parziale.

Il complesso delle sorgenti luminose è costituito principalmente da sorgenti a sodio ad alta pressione (SAP), in misura minore sono presenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgenti luminose a vapori di mercurio, a vapori di alogenuri, a fluorescenza e ad incandescenza.

Le lampade sono installate prevalentemente in armature e riflettori non cut-off con notevole dispersione di flusso luminoso.

5.1.2. Valutazione della conformità normativa degli impianti

Per quanto concerne la conformità normativa degli impianti, necessaria sia in termini di sicurezza che per evitare futuri problemi gestionali e manutentivi, la presente progettualità, sulla base delle informazioni scaturenti dal censimento degli impianti della illuminazione pubblica, ha condotto un'attenta analisi rispetto alla sicurezza elettrica e statica riscontrata negli impianti.

A tal fine si descrivono le non conformità effettive, ossia già riscontrate in fase di sopralluogo, o probabili, ossia oggetto di ulteriore analisi in fase di progettazione definitiva ed esecutiva, rispetto alle vigenti normative di settore, sia legislative che tecniche.

I tipi di criticità rilevati possono essere fatti appartenere a tre distinte classi:

- I. *Criticità di tipo energetico*: riconducibili alle sorgenti luminose non del tipo alta efficienza, spesso sovradimensionate ed in alcuni casi sottodimensionate rispetto agli ambiti di utilizzo;
- II. *Criticità relative alla sicurezza di tipo elettrico e meccanico*: riconducibili essenzialmente allo stato dei quadri e delle relative protezioni, dei sostegni illuminanti, delle linee di alimentazione e dello stato delle giunzioni, dell'impianto di messa a terra;

III. *Criticità relative all'inquinamento luminoso*: riconducibili agli apparecchi di illuminazione non conformi alle vigenti norme relative all'inquinamento luminoso.

Le criticità di tipo energetico, ma al contempo anche a carattere illuminotecnico, soprattutto per quanto concerne l'inquinamento luminoso, sono in parte dovute alla presenza di apparecchi di illuminazione ad ottica aperta, privi di vetro di chiusura, che a contatto con gli agenti atmosferici determinano l'insudiciamento della sorgente luminosa e del riflettore, con conseguente riduzione delle prestazioni.

Tali corpi illuminanti hanno, infatti, una bassissima efficienza, dovuta principalmente al basso rendimento del riflettore ed alla scarsa direzionalità del flusso luminoso emesso.

In questi casi la loro sostituzione è sempre conveniente, a prescindere dalla tipologia e dalla potenza della sorgente luminosa installata.



Foto 1 - Apparecchio di illuminazione su mensola, sito in via San Nicola, privo di vetro di chiusura, del tipo ad ottica aperta, non cut-off e non isolato dall'ambiente esterno.



Foto 2 - Apparecchio di illuminazione su mensola, sito in via Grotte, del tipo ad ottica aperta, privo di vetro di protezione, non cut-off e non isolato dall'ambiente esterno.

Nella restante parte del paese la non conformità normativa è legata alla presenza di apparecchi illuminanti non integri, o dotati di chiusura con coppa prismatica in vetro curvo, o, ancora, da corpi di illuminazione di arredo o architettonici del tipo a “sfera” o similari



Foto 3 - Corpi illuminanti su palo con coppa prismatica (Via Peralta e via Lo Monaco)

Per quanto concerne i corpi illuminanti del tipo a sfera ricordiamo che la richiesta del legislatore di evitare la dispersione del flusso luminoso verso l'alto non è volta solamente alla riduzione dell'inquinamento luminoso, ma soprattutto ad un aumento dell'efficienza stessa degli apparecchi di illuminazione, favorendo apparecchi che abbiano un elevato rendimento luminoso, ovvero con elevato rapporto tra il flusso luminoso efficace (rivolto verso la superficie da illuminare) e il flusso luminoso totale emesso dalla sorgente luminosa.



Foto 4 - Apparecchio di illuminazione sito in piazza Falcone Morvillo, del tipo a globo.

Inoltre, la presenza di lampade ai vapori di Sodio Alta Pressione vetuste, con decadimento del valore del flusso emesso a causa dell'elevato numero di ore di accensione e la presenza di impianti erroneamente dimensionati rispetto alle effettive esigenze di illuminazione delle strade, diventa causa di un elevato consumo energetico.

Pertanto si ritiene che il **100%** degli apparecchi di illuminazione necessiti di sostituzione, in quanto gli apparecchi si trovano in uno stato di conservazione precario, vetusti o inadeguati, oppure perché, pur presentando buone condizioni di conservazione, la loro sostituzione depone a favore di una corretta uniformità di installazione in punti luce contigui, soprattutto in relazione alla proposta progettuale di realizzare una illuminazione pubblica con adeguate prestazioni illuminotecniche ed equipaggiata con sorgenti LED.

I Quadri elettrici

I controlli visivi posti in atto al fine di accertare lo stato di conservazione generale dei quadri elettrici hanno permesso di verificare le criticità di seguito elencate:

- i quadri, in generale, o versano in uno scarso stato di conservazione, necessitando, quindi, di una completa sostituzione, o pur versando in un sufficiente stato di conservazione, poiché necessitano in ogni caso di interventi di ricondizionamento, soprattutto a carico dei dispositivi di protezione e sezionamento dei circuiti di alimentazione degli impianti, si preferisce, nell'ottica di un intervento di manutenzione straordinaria di efficientamento ed adeguamento normativo, procedere ad una loro sostituzione.

Vedi **Tabella 3** – *“quadri di alimentazione oggetto d'intervento tramite il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica”*

Linee elettriche

Per quanto riguarda le linee elettriche di alimentazione degli impianti, durante la fase di sopralluogo sono state riscontrate le seguenti principali tipologie realizzative:

- linee interrate, i cui cavi di dorsale risultano posati all'interno di cavidotti interrati, ed i cui punti di derivazione sono accessibili in quanto eseguiti all'interno di pozzetti;
- linee aeree, installate a parete o in sospensione tra pali, tramite cavo precordato;
- linee aeree, installate a parete o in sospensione tra pali, su fune d'acciaio.

Le linee elettriche esistenti presentano una percentuale modesta di 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.

Altre criticità sono rilevabili nei punti di giunzione e derivazione (cassette di derivazione, giunti,

collegamenti e morsettiere) usurati o in precarie condizioni di isolamento, con possibilità di accesso a parti in tensione e conseguente elevato rischio di contatti diretti e/o indiretti.

Classe di isolamento degli impianti

Attualmente gli impianti sono in classe di isolamento I e sono provvisti di un impianto di messa a terra delle masse. A seguito dell'intervento di riqualificazione energetica l'impianto sarà in classe II di isolamento con adeguamento di tutti i componenti elettrici degli impianti che dovranno necessariamente avere una classe di isolamento II.

Sostegni

Il parco sostegni del Comune di Bagheria presenta una percentuale modesta di sostegni non adeguati dal punto di vista della messa a norma, infatti la maggior parte di essi non mostra criticità statiche, elettriche o illuminotecniche.

Le principali criticità sono riconducibili alla presenza, in alcuni sostegni più vetusti, di stati di ossidazione/corrosione del sostegno a diversi livelli di penetrazione.

Nel complesso i sostegni necessitano per circa il 90% del totale di un intervento di manutenzione ordinaria, solo in pochi casi necessita la sostituzione completa degli stessi (vedi computo metrico di progetto).

È da rilevare infatti che il livello attuale di gestione degli impianti è al di sotto del livello minimo gestionale previsto dai CAM per il servizio di illuminazione pubblica (D.M. 28/03/2018) - SCHEDA 8 – LIVELLO GESTIONALE. Non è presente, infatti, un'attività di verifica e manutenzione ordinaria, così come previsto dalla succitata scheda, e non è stata preventivata una manutenzione straordinaria conservativa.

È da rilevare, inoltre, la presenza di una piccola quantità di sostegni progettati con altezze ed interdistanze inadeguate alla tipologia di strada, causa di inefficienza di tipo illuminotecnico.

5.1.3. Analisi energetica degli impianti

5.1.3.1. Audit energetico stato di fatto

L'analisi fin qui condotta permette di definire l'Audit Energetico del parco impiantistico di pubblica illuminazione del Comune di Bagheria.

Nel presente progetto si considereranno di proprietà del Comune di Bagheria **6.499** punti luce, mentre **88**, afferenti ai quadri elettrici **Q 16** di P.zza Cirincione (Anime Sante), **Q33** di via Pirandello e **Q 46** di via Scalidda, sono in atto di proprietà Enel SOLE.

Il consumo energetico nello stato di fatto è stato calcolato esaminando, in primis, le ore effettive di funzionamento dell'illuminazione pubblica; in secondo luogo, è stata calcolata la potenza assorbita dagli impianti, infine è stata determinata l'energia consumata.

5.1.3.2. *Analisi energetica stato di progetto*

Analogamente allo stato di fatto, la potenza del parco impiantistico nello stato di progetto è il risultato della somma delle potenze assorbite dai nuovi apparecchi a LED; in tal caso, la potenza di targa è già comprensiva dell'assorbimento degli alimentatori. Si rimanda per una analisi di dettaglio al paragrafo 7 "Analisi Economica".

5.1.4. Definizione dei fabbisogni e delle prestazioni illuminotecniche

La criticità illuminotecnica, oltre a quanto già descritto a proposito degli apparecchi di illuminazione, è legata alla presenza di impianti erroneamente dimensionati rispetto alle effettive esigenze di illuminazione delle strade, con conseguente maggiore consumo energetico.

Il progetto, pertanto, nei successivi livelli di progettazione definitiva ed esecutiva, curerà la realizzazione di una progettazione illuminotecnica secondo quanto prescritto nel D.M. 27/09/2017 *"Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica"*.

6. PROPOSTE D'INTERVENTO

Costituisce oggetto del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica la valutazione della fattibilità di un intervento in project financing, nel settore della pubblica illuminazione del Comune di Bagheria, finalizzato al miglioramento dell'efficienza energetica, luminosa e gestionale, nonché all'adeguamento normativo degli attuali impianti di illuminazione pubblica.

Nello specifico l'opera prevede:

- A. la progettazione definitiva ed esecutiva degli impianti, nella loro nuova configurazione a tecnologia LED;
- B. l'esecuzione delle opere, attraverso i seguenti principali interventi:
 - sostituzione ex novo di tutti i quadri elettrici di comando e distribuzione cui afferiscono i punti luce (**3.497**) oggetto dell'intervento progettuale (**32 quadri + 6 sottoquadri** con controllo da remoto);
 - sostituzione ex novo di circa **n. 180 pali** di illuminazione pubblica;
 - sostituzione di circa **2.000** metri lineari di tiranti funi a parete;
 - fornitura e posa in opera, per la linea a parete, di cavi elettrici di distribuzione (trifase) per circa **8.000 metri lineari**;
 - sostituzione ex novo di tutti i **3.497, corpi illuminanti**, oggetto dell'intervento progettuale, con equivalenti provvisti di sorgenti luminose con tecnologie LED;
 - sostituzione ex novo di **n. 180 blocchi di fondazione con pozzetti incorporati**;
 - fornitura e posa in opera, per la linea interrata, di **cavi elettrici di distribuzione (trifase)** per circa **15.400** metri lineari;

- fornitura e posa in opera di **n. 40 videocamere per servizio di video sorveglianza**;
- fornitura e posa in opera di **n. 2 ricevitori DVR** ad alta definizione;
- fornitura e posa in opera di **cavo in fibra ottica per sistema di videosorveglianza per 10.000 metri lineari**;
- fornitura e posa in opera di un sistema di telegestione e telecontrollo punto punto (**35 Se.Co - Segment-controller - e 3.497 Lu.Co - Lumen Controller**);
- fornitura e posa in opera di **n. 1 colonnina di ricarica elettrica**;
- **verniciatura di tutti i sostegni** oggetto dell'intervento progettuale;
- **scavi, rinterri e ripristini della sede stradale** per la realizzazione alla regola dell'arte degli interventi sopra riportati.
- **adeguamento di tutti gli impianti** alle vigenti normative in materia di sicurezza e di inquinamento luminoso.

C. la gestione del servizio di pubblica illuminazione, nella sua nuova configurazione a tecnologia LED, per un arco temporale di anni **20 (venti)**.

L'intervento sugli apparecchi di illuminazione, in base al censimento effettuato in fase di progettazione di fattibilità tecnica ed economica, prevede la sostituzione di **3.497 punti luce**, ossia la quota parte dei **6.587 punti luce** non interessata dalla linea d'intervento *del P.O. F.E.S.R. SICILIA 2014-2020 - Asse 4 – Azione 4.1.3, che invece interesserà 3.090 punti luce*.

Tutti i nuovi corpi illuminanti, oggetto d'intervento, saranno equipaggiati con apparecchi di illuminazione equivalenti provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED, come di seguito specificato

6.1. Sostituzioni previste negli attuali impianti di illuminazione, relativamente agli apparecchi di illuminazione e alle sorgenti luminose installate

- **n. 2** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa alogena da 1000 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **99 W**;
- **n. 7** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa alogena da 150 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **42 W**;
- **n. 6** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa alogena da 50 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **40 W**;
- **n. 7** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa alogena da 500 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **99 W**;
- **n. 38** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa a fluorescenza da 32 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **5 W**;

- **n. 35** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa alogena da 36 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **5 W**;
- **n. 39** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 100 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **42 W**;
- **n. 1** apparecchi di illuminazione, provvisto di sorgente luminosa ad incandescenza da 23 W, con equivalente apparecchio di illuminazione provvisto di sorgente luminosa a tecnologia LED da **5 W**;
- **n. 28** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 50 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **40 W**;
- **n. 1.512** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa al sodio ad alta pressione (SAP) da 100 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **42 W**;
- **n. 2.417** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 150 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **42 W**;
- **n. 1.082** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 250 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **68 W**;
- **n. 76** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 400 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **75 W**;
- **n. 1.235** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 70 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **42 W**;
- **n. 50** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa a vapori di mercurio da 125 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **80 W**;
- **n. 16** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 250 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **75 W**;
- **n. 30** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 35 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED da **5 W**;
- **n. 2** apparecchi di illuminazione, provvisti di sorgente luminosa ad incandescenza da 80 W, con altrettanti equivalenti apparecchi di illuminazione provvisti di sorgente luminosa a tecnologia LED

da **42 W**;

La scelta degli apparecchi di illuminazione dovrà essere verificata in fase di progettazione definitiva. Ciò in funzione dei parametri quantitativi e qualitativi che i vari ambienti illuminati presi in considerazione devono rispettare e al fine di rendere l'illuminazione congrua con la categoria illuminotecnica di riferimento (UNI EN 13201-2).

Sempre in fase di progettazione definitiva dovranno essere definite le ottiche degli apparecchi illuminanti in relazione alla larghezza e tipologia della strada nonché i calcoli illuminotecnici in conformità alla Norma UNI 11248.

7. ANALISI ECONOMICA

7.1. Stima del risparmio energetico annuale

In base alla composizione del sistema ed al tipo d'intervento individuato è possibile stimare il risparmio energetico conseguibile con la sostituzione degli attuali apparecchi di illuminazione con apparecchi equivalenti ad alta efficienza a LED. Si individuano, pertanto, i consumi di energia elettrica e i costi di gestione dell'attuale impianto nella configurazione presente e nella futura configurazione a LED.

7.1.1. Consumo di energia e costi di gestione dell'impianto attuale

Nelle due tabelle seguenti sono riportati:

- i dati di consumo (potenza nominale assorbita) riferiti all'attuale configurazione dell'impianto di Illuminazione Pubblica espresso in KWh.
- i dati riepilogativi dei consumi di energia in un anno, considerando 11,5 ore di funzionamento al giorno per tutto l'anno;
- i dati riepilogativi dei costi del consumo di energia in un anno, fissando un costo di chilowattora di 20 centesimi di euro;
- il costo di manutenzione annuo;
- il costo complessivo annuo della gestione dell'impianto, tenendo conto dei valori espressi nei punti precedenti.

Tabella 4 - Potenza nominale delle sorgenti luminose degli attuali impianti, in assenza di interventi di efficientamento energetico (stato di fatto)

Tipologia Sorgenti Luminose per potenza installata	Q. tà	Energia Nominale dissipata			TOTALE KW
		lampada (W)	Accend (W)	Totale (KW)	
ALO 1000 W	2	1.000	37	1,04	2,07
ALO 150 W	7	150	23	0,17	1,21
ALO 50 W	6	50	0	0,05	0,30
ALO 500 W	7	500	27	0,53	3,69
FLC 32 W	38	32	1	0,03	1,26

FLC-Tubo 36 W	35	36	2	0,04	1,33
INC 100 W	39	100	0	0,10	3,90
INC 23 W	1	23	1	0,02	0,02
INC 50 W	28	50	5	0,06	1,54
SAP 100 W	1.512	100	22	0,122	184,46
SAP 150 W	2.421	150	28	0,178	430,94
SAP 250 W	1.082	250	47	0,297	321,35
SAP 400 W	76	400	78	0,478	36,33
SAP 70 W	1.235	70	12	0,082	101,27
VM 125 w	50	125	17	0,14	7,10
VM 250 W	16	250	18	0,27	4,29
VM 35 W	30	35	6	0,04	1,23
VM 80 W	2	80	14	0,09	0,19
Totale complessivo	6.587				1.102,49

Tabella 5 - Quadro riepilogativo consumi annui attuale impianto (stato di fatto)

ITEM																			TOTALE
	INC 23 W	FLC 32 W	VM 35 W	FLC-Tubo 36 W	ALO 50 W	INC 50 W	SAP 70 W	VM 80 W	SAP 100 W	INC 100 W	VM 125 w	SAP 150 W	ALO 150 W	SAP 250 W	VM 250 W	SAP 400 W	ALO 500 W	ALO 1000 W	
Potenza nom. assorbita anno (KW)	0,02	1,26	1,23	1,33	0,30	1,54	101,27	0,19	184,46	3,90	7,10	430,94	1,21	321,35	4,29	36,33	3,69	2,07	1 102,486
Consumi energia/anno (KWh)	101,22	5 282,82	5 166,06	5 586,07	1 260,02	6 468,08	425 339,06	789,61	774 758,02	16 380,20	29 820,36	1 809 961,15	5 086,26	1 349 702,87	18 009,81	152 579,42	15 493,98	8 710,90	4 630 495,90

Riduzione consumi per presenza di regolatori di Flusso	101,22	5 282,82	5 166,06	5 586,07	1 260,02	6 468,08	425 339,06	789,61	774 758,02	16 380,20	29 820,36	1 809 961,15	5 086,26	1 349 702,87	18 009,81	152 579,42	15 493,98	8 710,90	4 630 495,90
--	--------	----------	----------	----------	----------	----------	------------	--------	------------	-----------	-----------	--------------	----------	--------------	-----------	------------	--------------	----------	--------------

Costi consumi energia (€/anno)	€ 20,24	€ 1 056,56	€ 1 033,21	€ 1 117,21	€ 252,00	€ 1 293,62	€ 85 067,81	€ 157,92	€ 154 951,60	€ 3 276,04	€ 5 964,07	€ 361 992,23	€ 1 017,25	€ 269 940,57	€ 3 601,96	€ 30 515,88	€ 3 098,80	€ 1 742,18	€ 926 099,18
Costi manutenzione (€/anno)	€ 63,76	€ 2 422,95	€ 1 912,86	€ 2 231,67	€ 382,57	€ 1 785,33	€ 78 745,97	€ 127,52	€ 96 408,03	€ 2 486,71	€ 3 188,10	€ 154 367,61	€ 446,33	€ 68 990,40	€ 1 020,19	€ 4 845,91	€ 446,33	€ 127,52	€ 419 999,78
TOTALE COSTI	€ 84,01	€ 3 479,52	€ 2 946,07	€ 3 348,88	€ 634,57	€ 3 078,95	€ 163 813,79	€ 285,45	€ 251 359,63	€ 5 762,75	€ 9 152,17	€ 516 359,84	€ 1 463,59	€ 338 930,97	€ 4 622,15	€ 35 361,79	€ 3 545,13	€ 1 869,70	€ 1 346 098,96

Si considerano:

- (1): n° 4.197,5 Ore di funzionamento annuale (11,5 h x 365 gg)
- (2): costo energia 0,20 €/KWh

7.1.2. Consumo di energia e costi di gestione dell'impianto con corpi illuminanti a LED

Nelle due tabelle seguenti sono riportati:

- i dati di consumo (potenza nominale assorbita), riferiti all'impianto di Illuminazione Pubblica con corpi illuminanti a LED, espressi in KW/h;
- i dati riepilogativi dei consumi di energia in un anno, considerando 11,5 ore di funzionamento al giorno per tutto l'anno;
- I dati riepilogativi dei costi del consumo di energia in un anno, fissando un costo di chilowattora di 20 centesimi di euro;
- I costi di manutenzione in un anno;
- Il costo complessivo della gestione dell'impianto in un anno, tenendo conto dei valori espressi nei punti precedenti.

Tabella 6 - Potenza nominale degli impianti a seguito degli interventi di efficientamento energetico ed adeguamento normativo

Tipologia lampade	Q. tà	Energia Nominale dissipata			TOTALE KW
		lampada (W)	Ausiliari (W)	Totale (W)	
LED 75 W	92	75	0	75	6.900
LED 99 W	9	99	0	99	891
LED 40 W	34	40	0	40	1360
LED 80 W	50	80	0	80	4000
LED 68 W	1087	68	0	68	73916
LED 5 W	104	5	0	5	520
LED 42 W	5211	42	0	42	218862
Totale complessivo	6 587	99	0	99	306 449

Tabella 7 - Quadro riepilogativo consumi annui degli impianti con sorgenti luminose a tecnologia LED

ITEM	LAMPADA LED							TOTALE
	LED 75 W	LED 99 W	LED 40 W	LED 80 W	LED 68 W	LED 5 W	LED 42 W	
Potenza nom. assorbita anno (KWh)	6,90	0,89	1,36	4,00	73,92	0,52	218,86	306,45
Consumi energia/anno (KWh)	28 980,35	3 742,24	5 712,07	16 800,20	310 450,90	2 184,03	919 231,34	1.287.101,12
Riduzione Consumi per dimming	27 531,33	3 555,13	5 426,46	15 960,19	294 928,35	2 074,82	873 269,78	1.222.746,07
Costi consumi energia (€/anno)	€ 5 506,27	€ 711,03	€ 1 085,29	€ 3 192,04	€ 62 090,18	€ 436,81	€ 183 846,27	€ 256.867,88
Costi manutenzione (€/anno)	€ 1 495,20	€ 146,27	€ 552,57	€ 812,61	€ 17 666,09	€ 1 690,22	€ 84 689,99	€ 107.052,96
TOTALE COSTI	€ 7 001,46	€ 857,30	€ 1 637,87	€ 4 004,65	€ 79 756,27	€ 2 127,03	€ 268 536,26	€ 363.920,83

Si considerano:

- (1): n° 4.197,5 Ore di funzionamento annuale (11,5 h x 365 gg)
- (2): costo energia 0,20 €/KWh

7.1.3. Considerazioni in termini di risparmio energetico ottenibile e relativi costi di gestione conseguenti alla sostituzione degli attuali corpi illuminanti con lampade a LED

Nella tabella seguente sono riportati i dati comparativi delle due configurazioni impiantistiche dello stato di fatto e dello stato di progetto relativamente a:

- dati di consumo (potenza nominale assorbita), espressi in KW/h.
- dati dei consumi di energia in un anno, considerando 11,5 ore di funzionamento al giorno per tutto l'anno;
- dati dei costi del consumo di energia in un anno, fissando un costo di chilowattora di 20 centesimi di euro;
- I costi di manutenzione in un anno;
- Il totale dei costi di gestione dell'impianto in un anno, tenendo conto dei valori espressi nei punti precedenti.

Tabella 8 - Quadro comparativo dei consumi e dei costi di gestione del vecchio e del nuovo impianto

ITEM	CONSUMI ANNUALI		DIFFERENZA LED/SAP	
	SAP	LED	VALORE	%
Potenza nom. assorbita anno (KW)	1.102,49	306,45	-796,04	-72,20
Consumi energia/anno (KWh)	4.630.495,90	1 222 746,07	-3.407.749,84	-73,59
Costi consumi energia (€/anno)	926.099,18	256 867,88	-669.231,30	-72,26
Costi manutenzione (€/anno)	419.999,78	107 052,96	-312.946,82	-74,51
TOTALE COSTI	1.346.098,96	363 920,83	-982.178,13	-72,96

Il risultato teorico ottenibile, a seguito della realizzazione dell'intervento di efficientamento, è pari al 73,59% dei consumi di energia annui in meno rispetto alla situazione dello stato di fatto.

Oltre al risparmio energetico annuo, la tabella mostra il risparmio in merito al costo operativo di manutenzione, da intendersi quale servizio almeno pari al servizio di base dei tre livelli gestionali prescritti dal **DM del 28 marzo 2018**, del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione

pubblica". I costi manutentivi degli apparecchi di illuminazione a LED sono stimati nell'ordine del 74,51% in meno rispetto agli impianti attualmente in uso.

Ciò comporta una notevole diminuzione dei costi di gestione annui dell'impianto che si riducono del 72,96%.

8. CRONOPROGRAMMA INTERVENTO

Considerata l'entità dei lavori, è ipotizzabile una successione delle varie fasi secondo il seguente schema:

Attività	Durata	Note
Presentazione proposta	1 giorno	
Approvazione del Progetto di fattibilità tecnica ed economica con le modalità di cui all'art. 27 del D. Lgs. n. 50/2016 e ss.mm.ii.	90 giorni	
Esperimento gara ai sensi dell'art. 183, comma 15 del D. Lgs. n. 50/2016 e ss.mm.ii.	90 giorni	
Sottoscrizione atto di convenzione	15 giorni	
Elaborazione Progetto Definitivo	30 giorni	
Approvazione Progetto Definitivo	15 giorni	Salvo Procedura di "Riequilibrio Finanziario"
Elaborazione Progetto Esecutivo	10 giorni	
Approvazione Progetto Esecutivo	10 giorni	Salvo Procedura di "Riequilibrio Finanziario"
Esecuzione Lavori	Max 18 mesi	
Collaudo	Secondo quanto disciplinato dall' Art.102 del D. Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.	
Gestione del Servizio a regime	20 anni	

9. CALCOLO SOMMARIO DEI COSTI E QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO

Per quanto concerne il costo dell'investimento, sulla base degli interventi previsti dal progetto, si rimanda all'elaborato 12 **"QUADRO ECONOMICO"**

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 dagli apparecchi di illuminazione del vecchio impianto (Consumo medio reale dedotto dalle bollette fornite dall'Amministrazione Concedente)	3.495.337,50	kWh / anno
Energia assorbita dagli apparecchi di illuminazione a LED (nuovo impianto)	1.222.746,07	kWh / anno
Risparmio energetico totale (solo apparecchi di illuminazione)	2 272 591,43	kWh / anno

Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate ogni anno	424,97	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.

Tabella parametri standard nazionali

Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO₂ nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2012-2014). Tali dati possono essere utilizzati per il calcolo delle emissioni dal 1 Gennaio 2015 al 31 Dicembre 2015.

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	1,955	1	8,369	Mcal/Stdsm ³
	TJ	55,841	1	35,014	GJ/1000 Stdsm ³
Olio combustibile	TJ	76,344	1	41,152	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	94,125	1	33,794	GJ/t
	T	3,181	1	0,847	tep/t
Carbone da vapore	TJ	93,950	1	25,395	GJ/t
	t	2,386	1	0,607	tep/t
Coke (metallurgico)	TJ	110,563	1	29,234	GJ/t
	t	3,232	1	0,699	tep/t
Carbone per cokeria, altro carbone bituminoso	TJ	93,026	1	32,383	GJ/t
	t	3,010	1	0,774	tep/t
Agglomerati di carbone (sub-bituminoso)	TJ	96,1	1	n.d.	tep/t
Gas derivati di raffineria	TJ	57,594	1	46,500	GJ/t
	t	2,678	1	1,111	tep/t
Gas derivati da cokeria	1000 Stdsm ³	0,771	1	4,230	Mcal/Stdsm ³
	TJ	43,558	1	17,700	GJ/1000 Stdsm ³
Gas derivati da convertitore	1000 Stdsm ³	1,213	1	1,485	Mcal/Stdsm ³
	TJ	194,897	1	6,213	GJ/1000 Stdsm ³
Idrocarburi pesanti per assificazione	t	3,134	1	0,931	tep/t
Gas derivati di altoforno	1000 Stdsm ³	0,931	1	0,890	Mcal/Stdsm ³
	TJ	250,067	1	3,725	GJ/1000 Stdsm ³
Orlemulsion	TJ	77	1	27,50	GJ/t
Virgin nafta	TJ	73,3	1	44,5	GJ/t

¹ Fonte dati ISPRA 2015.

² Laddove sia presente una frazione di biomassa nel combustibile, i fattori di emissione riportati in tabella sono espressi al netto della componente emissiva derivante dalla biomassa.

Si può prendere ad esempio a riferimento come materia prima il carbone, avente fattore di conversione pari a $2,386/0,607 = 3,9308$ 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 dato dal solo contributo degli apparecchi illuminanti sostituiti	2.272.591,43	kWh/anno
Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate ogni anno	424,97	TEP/anno
Tonnellate di CO2 risparmiate ogni anno	1.670,47	tCO ₂ /anno

11. LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'intervento in oggetto sarà effettuato nel rispetto di tutti i provvedimenti normativi e regolamentari che disciplinano questo tipo di operazioni di investimento.

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi:

➤ **Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) tra le quali citiamo:**

- NORMA CEI 0-2 (Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici);
- NORMA CEI 11-1 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme Generali);
- NORMA CEI 11-4 (Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne);
- NORMA CEI 11-8 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Impianti di Terra);
- NORMA CEI 11-17 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in Cavo);
- NORMA CEI 17-5 (Interruttori automatici);
- NORMA CEI 17-13 (Quadri B.T.);
- NORMA CEI 23-51 (Quadri per uso civile o assimilale);
- NORMA CEI 20-19 (Cavi isolati con gomma);
- NORMA CEI 20-20 (Cavi isolati con PVC);
- NORMA CEI 20-22 (Cavi non propaganti l'incendio);
- NORMA CEI 20-38 (Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi);
- NORMA CEI 23-3 (Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti);
- NORMA CEI 23-8 (Tubi protettivi rigidi in PVC e loro accessori);
- NORMA CEI 23-14 (Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori);
- NORMA CEI 23-18 (Interruttori differenziali per usi domestici e similari);
- NORMA CEI 23-25 (Tubi per installazioni elettriche);
- NORMA CEI 34 (Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione generale);

- NORMA CEI 33-34: (Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per l'illuminazione stradale)
- NORMA CEI 64-7 (Impianti elettrici di illuminazione pubblica);
- NORMA CEI 64-8 (Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione);
- NORMA CEI 70-1 (Gradi di protezione degli involucri);
- NORMA CEI EN 50262 Classif. (CEI 20-57): "Pressacavo metrici per installazioni elettriche";
- NORMA CEI EN 60598-1 Classif. (CEI 34-21): "Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove";
- NORMA CEI EN 60598-2-3 Classif. (CEI 34-33): "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale";
- NORMA CEI EN 60825-1 Classif. (CEI 76-2): "Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore";
- NORMA CEI EN 61547 Classif. (CEI 34-75): "Apparecchi per illuminazione generale – Prescrizioni di immunità";
- NORMA CEI EN 61347 – 1+A1 Classif. (CEI 34-90): "Unità di alimentazione di lampada. Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza";
- NORMA CEI EN 61347–2-13 Classif. (CEI 34-115): "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";
- NORMA CEI EN 62031 Classif. (CEI 34-118): "Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza";
- NORMA CEI EN 62384+A1 Classif. (CEI 34-116+V1): "Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED – Prescrizioni di prestazione";
- NORMA CEI EN 62471 Classif. (CEI 76-9): "Sicurezza fotobiologica di lampade e sistemi di lampade";
- NORMA CEI 76-10: "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada – parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser";
- NORMA CEI EN 50102 (CEI 70-3): "Gradi di protezione contro gli urti (Codice IK)";
- NORMA CEI EN 60998 (CEI 23-20): "Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici o similari";
- NORMA CEI EN 60838-2-2 Classif. (CEI 34-112): "Portalampe eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED";
- NORMA CEI EN 60529 (CEI 70-1): "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- NORMA CEI EN 61439-1 Classif. (CEI 17-13): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)";
- NORMA CEI EN 61984 (CEI 48-70): "Connettori. Prescrizioni di sicurezza e prove";
- NORMA CEI EN 61000-3-2+A1/A2 Classif. CEI 110-31+V2: "Compatibilità

elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Limiti per le emissioni di correnti armoniche (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 Ampere per fase";

- NORMA CEI EN 61000-3-3 Classif. CEI 210-96: "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti delle variazioni di tensione, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 Ampere per fase e non soggette ad allacciamento su condizione";
- NORMA CEI EN 62262 Classif. CEI 34-139: "Apparecchiature di illuminazione – Applicazione del codice 1K";
- NORMA CEI EN 55015+A1 Classif. CEI 110-2+V1: "Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi";
- NORMA CEI 64-8: "Esecuzione degli impianti elettrici a tens. nominale non superiore a 1000 V".

➤ **Norme dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI) tra le quali citiamo:**

- NORMA UNI 11248:2016 (Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche);
- NORMA UNI EN 13201-1 (Illuminazione stradale - Parte 1 Selezione delle classi di illuminazione);
- NORMA UNI EN 13201-2 (Illuminazione stradale - Parte 2 Requisiti prestazionali);
- NORMA UNI EN 13201-3 (Illuminazione stradale - Parte 3 Calcolo delle prestazioni);
- NORMA UNI EN 13201-4 (Parte 4 Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche);
- NORMA UNI EN 40: "Pali per illuminazione pubblica";
- NORMA UNI 10671: "Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati";
- NORMA UNI 11431: "Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
- NORMA UNI 11356: "Luce e illuminazione – Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi illuminazione a LED";

➤ **Leggi e Decreti:**

- LEGGE n. 9 del 09/01/1991 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale";
- LEGGE n. 10 del 09/01/1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- Legge n.186 del 01/03/1986.
- D.Lgs. 285/92 del 30/04/1992 e s.m.i. "Nuovo codice della strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";

- Dlgs 360/93: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992
- DPR 503/96: "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche";
- DM 6792 del 5/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi";
- DM 12/04/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del Traffico".
- LEGGE n. 120 del 01/06/2002: "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l' 11 dicembre 1997
- Dlgs 25/07/2005, n. 151 "Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti".
- Dlgs 09.04.2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Dlgs 03.08.2009, n. 106 Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- LEGGE 1/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- DECRETO 27/09/2017 Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.
- DECRETO DEL 28 MARZO 2018 DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica",
- L.R. (Regione Siciliana) 22 aprile 2005, n. 4. - Norme riguardanti il contenimento dei consumi energetici e il miglioramento dei livelli qualitativi delle abitazioni. Disposizioni volte alla riduzione dell'inquinamento luminoso. Deroga ai regolamenti edilizi comunali per le farmacie.
- DECRETO LEGISLATIVO 4 luglio 2014, n. 102 - Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica;
- ALLEGATO 2 del D. Lgs. n.102/2014 – “Criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia”.
- Dlgs.81/08 del 09/04/2008 (Sicurezza e salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro);
- D.L. 494/96 (Sicurezza nei cantieri);
- L. 88/2009.
- D. Lgs. 106/2009.

- D.P.R. 5 OTTOBRE 2010, N. 207;
- D. Lgs. 50/2016.
- LEGGE n. 221 del 28 dicembre 2015 (disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali).

L'elenco delle Norme e delle Leggi sopra esposto è indicativo, pertanto, in fase di realizzazione degli impianti, il concessionario è tenuto a rispettare tutte le disposizioni di legge e normative, complete di aggiornamenti e varianti, applicabili alla tipologia di impianto e/o di apparecchiature.

12. VALUTAZIONE DEL RISULTATO FINALE E FATTIBILITÀ DEL PROGETTO

Gli impianti di illuminazione pubblica, nello stato di fatto, constano di **6.587** punti luce, per un consumo pari a circa **4.630.495,90 KWh** annui (dato teorico dell'analisi progettuale riferito ad impianti nel pieno della loro efficienza funzionale).

A seguito del censimento effettuato ed alle analisi energetica, funzionale e normativa degli attuali impianti, si è preso atto della necessità di attuare un intervento di riqualificazione energetica finalizzato all'efficientamento energetico e all'adeguamento normativo degli impianti, anche in considerazione delle vigenti disposizioni normative in materia di rispetto dell'ambiente. Gli interventi previsti fanno principalmente riferimento all'utilizzo di sorgenti luminose con tecnologia LED ed impiego di apparecchi di illuminazione di ultima generazione, alla sostituzione di tutti i quadri elettrici, all'installazione di un sistema di telegestione e telecontrollo punto punto, alla sostituzione di parte dei sostegni e dei cavi elettrici non più a norma, all'introduzione di alcuni servizi di smart-city (sistema di videosorveglianza).

L'intervento si traduce, pertanto, in tutta una serie di vantaggi declinabili nelle seguenti voci:

1. riduzione della potenza installata;
2. riduzione dei costi di approvvigionamento energetico;
3. rifasatura, laddove necessario, delle linee, con riduzione delle perdite e delle cadute di tensione;
4. adeguamento normativo degli impianti;
5. eliminazione dell'inquinamento luminoso e del flusso debilitante;
6. miglioramento della percezione visiva;
7. riduzione delle spese di manutenzione grazie alla maggiore vita utile del LED rispetto ad altre tipologie di sorgenti luminose;
8. introduzione di un sistema di telegestione e telecontrollo degli impianti;
9. introduzione di servizi di smart city (videosorveglianza).

Va da sé che i vantaggi sopra declinati si traducano, in ultima analisi, in un aumento dell'efficienza e della sicurezza degli impianti, oltre che in un saving gestionale.

Si ritiene, pertanto, alla luce delle considerazioni tecniche ed economiche esposte nel presente elaborato, unitamente a più approfondite analisi tecniche ed economico-finanziarie esposte negli altri elaborati componenti il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica, che **l'intervento sia fattibile sia sotto l'aspetto tecnico che economico e finanziario.**