



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

illuminazione pubblica

UFFICIO
COORDINAMENTO
TRASVERSALE E
PROJECT FINANCING

REVISIONE	DESCR. REVISIONE	APPROVATO DA	REDATTO DA	SCALA	DATA
00	EMISSIONE	A. BATTISTINI	G. FORNACIARI		26.02.2026
TITOLO PROGETTO			NOME DOCUMENTO		
CONCESSIONE PLURIENNALE DEL SERVIZIO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE COMUNALE, DEL SERVIZIO SEMAFORICO E DEL SERVIZIO LUMINARIE			RELAZIONE GENERALE		
PROGETTISTA			LEGALE RAPPRESENTANTE		
A. BATTISTINI			A. BATTISTINI AMMINISTRATORE DELEGATO		
COMUNE					CIG
COMUNE DI LODI (LO)					NUMERO ELABORATO PF.RG
TIPO DOCUMENTO					NUMERO DI FOGLIO
ELABORATO DESCRITTIVO					-

INDICE

1. DESCRIZIONE DELLE MOTIVAZIONI DELLA NECESSITÀ DI INTERVENTO	1
2. INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI POSTI A BASE DELLA PROGETTAZIONE.....	1
3. CONTESTO TERRITORIALE E ANALISI DELLO STATO DI FATTO	2
3.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO	2
3.1.1. CENNI STORICI E PRINCIPALI MONUMENTI.....	3
3.1.2. ECONOMIA.....	5
3.1.3. PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	5
3.1.4. ASSESSMENT.....	6
3.2. FATTIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO E MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'AMBIENTE.....	13
3.3. ANALISI DELLO STATO DI FATTO	14
3.3.1. PROCEDURA DI RILIEVO.....	14
3.3.2. RISULTANZE DEL RILIEVO E ANALISI DELLE CRITICITÀ.....	14
4. INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI POSTI A BASE DELLA PROGETTAZIONE.....	29
5. CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE, FUNZIONALI, TECNICHE, DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA	29
5.1. CRITERI DI DETERMINAZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA	29
5.2. ADEGUAMENTO NORMATIVO	30
5.2.1. INTERVENTI SUI SOSTEGNI.....	30
5.2.2. INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI	31
5.2.3. INTERVENTI DI SOSTITUZIONE INTEGRALE	32
5.2.4. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ED ADEGUAMENTO TECNOLOGICO	36
5.2.5. INTERVENTI DI ACCORPAMENTO	37
5.2.6. INSTALLAZIONE TELECONTROLLO "LIVELLO QUADRO"	37
5.2.7. INTERVENTI SULLE LINEE	38
5.3. RISOLUZIONE PROMISCUITA'	38
5.4. RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	42
5.4.1. CRITERI DI PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA.....	42
5.4.2. PROFILI DI DIMMERAZIONE E ORE DI FUNZIONAMENTO	43
5.4.3. QUALITÀ DELLA LUCE E TEMPERATURA DI COLORE.....	44
5.4.4. COMFORT VISIVO	45
5.4.5. INDICAZIONI GENERALI DI INTERVENTO SUI CORPI ILLUMINANTI	46
5.5. IMPIANTI SEMAFORICI	54
5.5.1. STATO DI FATTO.....	54
5.5.2. INTERVENTI PROPOSTI.....	58
5.6. CONCLUSIONI POST OPERAM	59
5.7. RIQUALIFICAZIONE URBANA.....	60
5.7.1. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE PIAZZA DELLA VITTORIA, CATTEDRALE DI SANTA MARIA ASSUNTA E PALAZZO BROLETTO.....	61

5.7.2.	ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN FRANCESCO E MONUMENTO A PAOLO GORINI	63
5.7.3.	ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CASTELLO VISCONTEO	65
5.7.4.	ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN FILIPPO	67
5.7.5.	ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SANTA MARIA DELLE GRAZIE	69
5.7.6.	ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN ROCCO	69
5.7.7.	ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SANTA MARIA MADDALENA	70
5.7.8.	ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN BASSIANO	71
5.7.9.	RIQUALIFICAZIONE URBANA CENTRO STORICO	71
5.8.	AMPLIAMENTO E COMPLETAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE A SERVIZIO DELLA PISTA CICLABILE	73
5.9.	LUMINARIE	73
5.10.	GREEN WAY	75
5.11.	ATTRAVERSAMENTI PEDONALI	77
5.12.	INTERVENTI LEGATI AL CONCETTO DI SMART CITY	83
5.12.1.	TELECONTROLLO DA QUADRO	84
5.12.2.	PUNTALI MULTISERVIZIO	85
5.13.	ANALISI DELLE INTERFERENZE	87
5.13.1.	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE	88
5.13.2.	LINEE ELETTRICHE	88
5.13.3.	RETE DISTRIBUZIONE GAS	89
5.13.4.	RETE IDRICHE	89
5.13.5.	RETE FOGNARIE	89
5.13.6.	VICINANZA AD ALTRI SOTTOSERVIZI	90
5.13.7.	ORDIGNI BELLICI	92
5.14.	RICOGNIZIONE DELLE AREE E DI EVENTUALI IMMOBILI SUI QUALI DEVE ESSERE ESEGUITO L'INTERVENTO	92
5.15.	INDICAZIONI PER L'EFFICIENTAMENTO DEI PROCESSI DI TRASPORTO E LOGISTICA	92
5.16.	INDICAZIONI SULLA FASE DI DISMISSIONE DEL CANTIERE MOBILE	92
5.17.	INDICAZIONI SU ACCESSIBILITÀ, UTILIZZO E LIVELLO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE, DEGLI IMPIANTI E DEI SERVIZI ESISTENTI	92
6.	ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI	92
7.	ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	94
8.	RIFERIMENTI NORMATIVI	98
8.1.	NORME NAZIONALI	98
8.2.	NORME REGIONALI	99
8.3.	NORME TECNICHE DI SETTORE	99
9.	ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	101

PREMESSA

La presente relazione generale descrive i caratteri generali del progetto da realizzare. La relazione generale, in rapporto alla tipologia, alla categoria e alla dimensione dell'intervento si articola in 6 punti, che possono così riassumersi:

1. Descrizione delle motivazioni giustificative della necessità dell'intervento, in relazione agli obiettivi generali individuati nel quadro esigenziale.
2. Individuazione degli obiettivi posti a base della progettazione.
3. Descrizione dettagliata, delle caratteristiche tipologiche, funzionali, tecniche, gestionali ed economico-finanziarie della soluzione progettuale prescelta.
4. Riepilogo in forma descrittiva delle alternative progettuali.
5. Elenco delle normative di riferimento.
6. Riepilogo degli aspetti economico e finanziari progettuali.

1. DESCRIZIONE DELLE MOTIVAZIONI DELLA NECESSITÀ DI INTERVENTO

Per l'intervento in oggetto non è stato redatto l'elaborato del Quadro Esigenziale previsto dall'art. 1 dell'allegato I.7 del D.Lgs. 36 del 31/03/2023 in quanto il D.Lgs. 36/2023 è entrato in vigore il 31/03/2023 e pertanto le fasi propedeutiche alla programmazione, previste dal nuovo testo unico degli appalti potranno essere applicate solo a decorrere dalla prossima programmazione pluriennale (dall'anno 2024).

A prescindere dalla mancanza del documento suddetto la realizzazione di questo tipo di intervento rientra pienamente nell'ambito del D.Lgs. 73/2021, il quale indica gli obiettivi di risparmio energetico che il nostro Paese si è prefisso di raggiungere al 2030, rimandando a quanto già indicato nel Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC). Gli obiettivi nazionali contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi complessivi dell'UE di risparmio energetico indicati nella Direttiva UE 2018/2002 **sull'efficienza energetica** (Direttiva EED – Energy Efficiency Directive). Tali obiettivi sono attualmente in evoluzione. È in corso una loro revisione al rialzo, al fine di allinearli ai nuovi traguardi ambientali fissati nella Legge europea sul clima (Regolamento UE 2021/1119). Questa dispone una **riduzione delle emissioni** di gas ad effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 e la **neutralità climatica** dell'UE entro il 2050.

L'intervento in oggetto riguarda la riqualificazione energetica dell'impianto di illuminazione pubblica del Comune di Lodi e consiste in una serie di interventi per migliorarne l'efficienza, riducendo i consumi e le emissioni di fattori inquinanti.

Il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica ha lo scopo di individuare la soluzione che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività recependo le esigenze del Comune per la migliore fruibilità possibile da parte della popolazione del comune in oggetto.

2. INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI POSTI A BASE DELLA PROGETTAZIONE

Gli obiettivi che vengono perseguiti sono i seguenti:

- diminuzione dei consumi elettrici e quindi delle emissioni di CO₂ e di gas climalteranti;
- rispetto delle vigenti normative regionali sulla prevenzione dell'inquinamento luminoso (Legge Regionale n. 31 del 5 ottobre 2015 **"Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso"**);
- miglioramento della percezione di sicurezza dei cittadini, con interventi mirati all'adozione di un livello di illuminazione adeguato alle esigenze specifiche di ogni ambito stradale nei diversi momenti della notte;
- valorizzazione delle peculiarità monumentali, urbanistiche ed architettoniche;
- introduzione di elementi smart volti al miglioramento della sicurezza e all'ottimizzazione dei consumi.

La proposta è stata redatta dopo aver effettuato un puntuale **rilievo in loco** eseguito con l'utilizzo di strumentazione in grado di restituire informazioni georeferenziate permettendo, per ogni singola zona della città, l'annotazione delle principali caratteristiche di punti luce e quadri elettrici esistenti. Questo studio, le cui risultanze sono evidenziate nelle **tabelle allegate alla proposta**, ha consentito di individuare gli interventi necessari alla messa a norma e quelli di riqualificazione possibili nonché le modalità opportune di ottimizzare consumi energetici, manutenzione e gestione della rete.

L'analisi del parco impiantistico del Comune ha consentito, inoltre, di evidenziare le **criticità del traffico locale** per individuare le zone sulle quali redigere studi puntuali per migliorare l'illuminazione.

Il progetto di fattibilità tecnico economico di interventi proposto, oggetto della presente relazione generale, è stato quindi redatto al fine di ottenere:

- **miglioramento dell'illuminazione e della percezione degli ambiti urbani nelle zone di intervento**, tramite perfezionamento dell'uniformità della luce, scelta di corpi illuminanti adeguati ai differenti ambiti urbani (corpi illuminanti architettonici in centro, di tipo stradale nella viabilità ordinaria, corpi illuminanti di arredo nei giardini e nelle aree verdi) e tonalità e livelli di luce adatti;
- **adeguamento meccanico** mediante sostituzione di sostegni obsoleti e di quelli di sezione e altezza non idonee;
- **adeguamento elettrico** mediante sostituzione delle linee elettriche con isolamento deteriorato o singolo, rifacimento dei giunti elettrici e adeguamento dei quadri elettrici in particolare per le protezioni contro i contatti indiretti (adeguamento interruttori differenziali) e la protezione delle sovratensioni di origine anche atmosferiche;
- **sicurezza stradale** grazie al rifacimento di alcuni attraversamenti pedonali e ciclopeditoni;
- **abbattimento del fenomeno dell'inquinamento luminoso** con sostituzione generale delle tipologie di corpi illuminanti altamente inquinanti come sfere, punti luce a riflessione, lanterne con lampade a vista e non schermate con nuovi corpi illuminanti a LED a vetro piano;
- **qualità e gestione degli impianti** grazie alla realizzazione di un sistema di telecontrollo a livello quadro per tutti i quadri elettrici.

Riassumendo, quindi, gli obiettivi del progetto di fattibilità tecnico economica sono mirati a favorire il miglioramento, inteso come maggiore efficienza, e la messa in sicurezza dell'impianto di illuminazione pubblica, nonché la valorizzazione del contesto urbano mediante l'utilizzo di apparecchi di design.

3. CONTESTO TERRITORIALE E ANALISI DELLO STATO DI FATTO

3.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO

Il Comune di Lodi è situato nella parte sud-orientale della Lombardia, lungo il medio corso del fiume Adda. La città si colloca in una posizione strategica tra Milano e Piacenza, facilmente raggiungibile grazie alla presenza di infrastrutture stradali e ferroviarie, tra cui la via Emilia e la linea Milano-Piacenza. Lodi si estende su una superficie di circa 41 km² e conta una popolazione di circa 45.000 abitanti.

Dal punto di vista geografico, il territorio è prevalentemente pianeggiante, caratterizzato dalla presenza di aree agricole, corsi d'acqua e spazi urbanizzati. Il tessuto urbano è piuttosto compatto, con un'espansione più marcata verso sud.

A livello socioeconomico, Lodi gode di un buon livello di benessere. Il reddito medio è superiore alla media nazionale, il tasso di disoccupazione è relativamente contenuto e la presenza di servizi, scuole, infrastrutture sanitarie e spazi verdi garantisce una buona qualità della vita. Tuttavia, persistono alcune criticità, come la disomogenea distribuzione della ricchezza e una pressione crescente sulla mobilità urbana

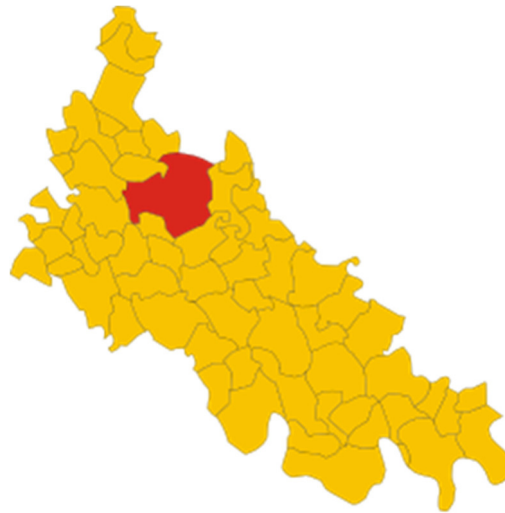


Figura 1 Provincia di Lodi con identificazione del Comune

La tabella seguente riassume le caratteristiche salienti del territorio comunale:

COORDINATE GEOGRAFICHE	45°19'N 9°30'E
ALTITUDINE	87 M sopra livello del mare
SUPERFICIE	41,38 km ²
ABITANTI	45.349 (dato aggiornato al 31/01/2025)
DENSITÀ	1.095,92 (abitanti / km ²)
GRADI GIORNO	2.592
ZONA CLIMATICA	E
ZONA SISMICA	3

Tabella 1 Dati comune di Lodi

3.1.1. CENNI STORICI E PRINCIPALI MONUMENTI

L'evoluzione territoriale del Comune di Lodi è strettamente legata alla sua storia, che affonda le radici nell'alto Medioevo e si sviluppa attraverso secoli di trasformazioni politiche, economiche e urbanistiche.

Le origini di Lodi risalgono all'epoca romana, quando la città era conosciuta con il nome di *Laus Pompeia*. Tuttavia, l'attuale assetto urbano nasce dopo la distruzione dell'antico centro ad opera dei milanesi nel 1111. Fu infatti nel 1158, per volontà dell'imperatore Federico Barbarossa, che venne fondata la "nuova" Lodi, secondo un **impianto urbanistico pianificato**, ispirato a principi di ordine e difesa militare, con una griglia viaria regolare e un sistema di fortificazioni. Questa rifondazione rappresenta il primo momento cruciale per l'evoluzione del territorio, determinando un nuovo centro propulsore in grado di attrarre popolazione e attività economiche.

Durante il Medioevo, Lodi conobbe una rapida crescita demografica ed economica grazie alla sua posizione strategica lungo il fiume Adda, che la rese un nodo importante per i traffici fluviali e terrestri. L'asse viario medievale, tuttora leggibile nel tessuto urbano, influenzò l'espansione successiva della città, che si strutturò attorno al nucleo centrale con la piazza e la cattedrale.

Nel **periodo visconteo e sforzesco** (secoli XIV-XV), Lodi fu coinvolta in importanti processi di **riorganizzazione territoriale** volti a consolidare il potere ducale. La costruzione di mura, bastioni e porte urbane segnò ulteriormente il paesaggio cittadino, rafforzando il controllo sugli accessi e favorendo una forma urbana compatta. Parallelamente, la bonifica dei territori agricoli circostanti e lo sviluppo del sistema irriguo (tra cui spicca il canale Muzza, avviato già nel XIII secolo)

consolidarono il legame tra città e campagna, configurando un territorio altamente produttivo e organizzato.

Con l'**età moderna** e l'ingresso nello Stato di Milano sotto dominio spagnolo e poi austriaco, Lodi perse parte della sua centralità politica, ma continuò a mantenere un ruolo rilevante come centro amministrativo e commerciale. Le trasformazioni urbanistiche furono moderate, ma **si arricchì il patrimonio edilizio** con palazzi signorili, chiese barocche e istituzioni religiose, che consolidarono il tessuto urbano storico.

L'**Ottocento** segnò una nuova fase di sviluppo, in particolare dopo l'Unità d'Italia, **quando la città cominciò ad espandersi oltre le mura**, ormai in parte demolite. La nascita delle prime infrastrutture ferroviarie (con la linea Milano-Piacenza) favorì l'industrializzazione e l'incremento dei collegamenti, stimolando la crescita insediativa lungo le direttrici principali.

Nel **Novecento**, Lodi visse una trasformazione ancora più profonda, con l'**espansione dei quartieri residenziali e la creazione di nuove aree industriali e commerciali**, specialmente nella seconda metà del secolo. Il processo di urbanizzazione si accentuò, accompagnato dalla costruzione di infrastrutture moderne, scuole, impianti sportivi e servizi pubblici. L'ampliamento urbano si realizzò in modo progressivo verso nord e ovest, modificando il rapporto tra centro storico e periferie, e generando nuove esigenze di pianificazione.

Oggi, il territorio comunale riflette questo lungo percorso evolutivo, in cui si sovrappongono stratificazioni storiche e forme urbane differenti, dai vicoli medievali alle aree residenziali contemporanee. La città di Lodi si presenta come un esempio significativo di sviluppo territoriale che, pur affrontando le sfide della modernità, conserva un forte legame con la propria storia e identità.



Duomo di Lodi (Cattedrale della Vergine Assunta)

Edificato a partire dal 1160, il Duomo rappresenta uno dei massimi esempi di architettura romanica lombarda. La facciata, in cotto e pietra, è dominata da un grande rosone centrale e da un portale strombato riccamente decorato. L'interno, a tre navate con volte a crociera, conserva affreschi tardo-gotici e un pregevole organo ligneo.



Tempio Civico dell'Incoronata

Capolavoro del Rinascimento lombardo, fu edificato alla fine del Quattrocento su disegno attribuito a Giovanni Battagio. La pianta ottagonale centrale, il raffinato rivestimento in marmi policromi e gli affreschi di scuola cremonese rendono questo edificio uno dei più preziosi esempi di architettura sacra lombarda. L'interno è riccamente decorato con stucchi dorati e tele del '500 e '600.



Chiesa di San Francesco

Risale al XIII secolo e rappresenta un significativo esempio di gotico lombardo.

La facciata, in cotto, è caratterizzata da un grande rosone e da un portico ogivale. L'interno custodisce decorazioni barocche e ospita opere d'arte di rilievo, tra cui una Madonna col Bambino di scuola milanese.

**Palazzo Mozzanica**

Edificio civile risalente al XV secolo, fu dimora di famiglie nobili locali. L'architettura rinascimentale è evidente nella sobria eleganza della facciata, decorata con finestre a cornice lapidea e un portale in bugnato. Oggi è sede di uffici pubblici.

**Porta Cremona**

Unico accesso cittadino superstite delle mura medievali, testimonia l'antico assetto difensivo della città. La struttura conserva ancora le caratteristiche originali in mattoni e presenta merlature a coda di rondine.

3.1.2. ECONOMIA

L'economia lodigiana si basa su un mix equilibrato tra agricoltura, industria e terziario. Il settore primario è ancora molto rilevante, con coltivazioni cerealicole, zootecnia e lattiero-casearia di alta qualità. La presenza di cooperative e imprese agricole innovative testimonia una spiccata vocazione agroindustriale.

Il comparto industriale è caratterizzato da distretti produttivi specializzati, in particolare nei settori della ceramica, della cosmesi e dell'energia (con la presenza del teleriscaldamento come modello virtuoso). Il Parco Tecnologico Padano rappresenta un polo d'eccellenza per l'innovazione e la ricerca applicata all'agroalimentare.

Nel terziario, si registra un buon sviluppo del commercio, della sanità e dei servizi alla persona, oltre a un incremento costante dei flussi turistici, legati sia al patrimonio culturale che alla rete di itinerari naturalistici lungo il fiume Adda.

3.1.3. PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

La pianificazione territoriale a Lodi si inquadra all'interno degli strumenti normativi previsti a livello regionale e comunale.

A livello regionale, la **Lombardia** dispone di un **Piano Territoriale Regionale (PTR)**, che definisce le strategie per uno sviluppo sostenibile del territorio lombardo, ponendo particolare attenzione all'uso razionale del suolo, alla tutela ambientale e alla resilienza urbana.

Il PTR si coordina con i **Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP)**, strumenti adottati dalle Province che regolano l'assetto del territorio su scala vasta. Per il Lodigiano, il PTCP individua aree agricole strategiche, corridoi ecologici e direttrici di sviluppo compatibili con la salvaguardia del paesaggio.

A livello comunale, Lodi si è dotata di un **Piano di Governo del Territorio (PGT)**, introdotto dalla Legge Regionale 12/2005, in sostituzione del precedente PRG. Il PGT è articolato in tre documenti principali:

- **Documento di Piano**, che individua gli obiettivi strategici di sviluppo del territorio;
- **Piano dei Servizi**, che programma la dotazione di infrastrutture e servizi pubblici (scuole, verde, mobilità, ecc.);
- **Piano delle Regole**, che disciplina le destinazioni d'uso del suolo e le trasformazioni ammissibili.

Il PGT di Lodi punta su uno sviluppo compatto, sul recupero del patrimonio edilizio esistente e su strategie orientate alla rigenerazione urbana. Particolare attenzione è riservata alla mobilità sostenibile, all'efficienza energetica degli edifici e alla salvaguardia del paesaggio agricolo

3.1.4. ASSESSMENT

Obiettivo dell'Assessment 2030 di questo territorio è quello di identificare, sulla base dell'analisi di opportuni indicatori, le condizioni generali del Comune di Lodi in riferimento agli Obiettivi della Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, di seguito meglio descritti.

Attraverso suddetto studio, in linea generale, è possibile individuare i punti di forza e di debolezza del territorio in oggetto, e contestualizzare le eccellenze e le fragilità attraverso una visione che spazia non solo a livello morfologico/ambientale ma anche economico e sociale.

L'Assessment 2030 oggetto del presente documento è stato elaborato attraverso una metodologia messa a punto da GeoSmartLAB¹.

3.1.4.1. L'AGENDA 2030

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. L'Agenda ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – Sustainable Development Goals – in un grande programma d'azione per un totale di 169 “target” da raggiungere entro il 2030.

I 17 Goals prendono in considerazione in maniera equilibrata le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile – economica, sociale ed ecologica – e mirano a porre fine alla povertà, a lottare contro l'ineguaglianza, ad affrontare i cambiamenti climatici, a costruire società pacifiche che rispettino i diritti umani. Si elencano di seguito:

- 1) Sconfiggere la povertà
- 2) Sconfiggere la fame
- 3) Salute e benessere
- 4) Istruzione di qualità
- 5) Parità di genere
- 6) Acqua pulita e servizi igienico-sanitari
- 7) Energia pulita e accessibile
- 8) Lavoro dignitoso e crescita economica
- 9) Imprese, innovazione e infrastrutture
- 10) Ridurre le disuguaglianze
- 11) Città e comunità sostenibili
- 12) Consumo e produzione responsabili
- 13) Lotta contro il cambiamento climatico
- 14) Vita sott'acqua
- 15) Vita sulla terra
- 16) Pace, giustizia e istituzioni solide
- 17) Partnership per gli obiettivi

3.1.4.2. SDGS DEL COMUNE DI LODI

Nel presente capitolo vengono elencati puntualmente gli SDGs per il Comune di Lodi. È importante specificare che i 4 colori rappresentano la classificazione dei punteggi ottenuti, e variano da un valore massimo (verde) a un valore minimo (rosso). Nello specifico la classificazione è la seguente:

- VERDE > punteggio 100-81
- GIALLO > punteggio 80-51
- ARANCIONE > punteggio 50-21
- ROSSO > punteggio 20-0

SDG	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
01 	Sconfiggere la povertà Porre fine alla povertà in tutte le sue forme, ovunque	66,1

¹ GeoSmartLAB (www.geosmartlab.org) è un laboratorio di Ricerche sulle Scienze e le Tecnologie Cartografiche e sulle Smart City accreditato alla Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna.

SDG	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
02 	Sconfiggere la fame Porre fine alla fame, garantire la sicurezza alimentare migliorare nutrizione e promuovere l'agricoltura sostenibile	29,7
03 	Salute e benessere Garantire una vita sana e promuovere il benessere di tutti a tutte le età	47,5
04 	Istruzione di qualità Promuovere un'educazione di qualità, inclusiva e paritaria e garantire opportunità di apprendimento permanente per tutti	59,7
05 	Parità di genere Raggiungere la parità di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze	66,8
06 	Acqua pulita e servizi igienico sanitari Garantire a tutti l'accessibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari	35,6
07 	Energia pulita e accessibile Garantire a tutti l'accesso a servizi energetici economici, affidabili, sostenibili e moderni	17,5
08 	Lavoro dignitoso e crescita economica Promuovere una crescita economica inclusiva, sostenuta e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva e un lavoro dignitoso per tutti	58,1
09 	Imprese, Innovazione e Infrastrutture Costruire infrastrutture resilienti, promuovere un'industrializzazione inclusiva e sostenibile e favorire l'innovazione	54,6
10 	Ridurre le disuguaglianze Ridurre le disuguaglianze economiche dentro e fuori dai confini nazionali	50,2

SDG	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
 11 CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI	Città e comunità sostenibili Rendere le città e gli insediamenti urbani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili	47,4
 12 CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI	Consumo e produzione responsabile Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo	51,0
 13 LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO	Lotta contro il cambiamento climatico Si devono adottare misure urgenti per contrastare il cambiamento climatico e i suoi impatti regolando le emissioni e promuovendo gli sviluppi nell'energia rinnovabile	73,4
 14 LA VITA SOTT'ACQUA	Vita sott'acqua Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile	nv
 15 LA VITA SULLA TERRA	Vita sulla terra Proteggere, recuperare e promuovere l'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri, gestire in modo sostenibile le foreste, combattere la desertificazione, arrestare il degrado del suolo e fermare la perdita della biodiversità	32,9
 16 PACE, GIUSTIZIA E ISTITUZIONI SOLIDE	Pace, giustizia e istituzioni solide Promuovere società pacifiche e solidali per lo sviluppo sostenibile, garantire l'accesso alla giustizia per tutti e costruire istituzioni efficaci, responsabili e solidali a tutti i livelli	48,9
 17 PARTNERSHIP PER GLI OBIETTIVI	Partnership per gli obiettivi Rafforzare le modalità di attuazione, rilanciare il partenariato globale per lo sviluppo sostenibile	59,4
PUNTEGGIO MEDIO PER IL COMUNE DI LODI		49,9

Tabella 2 – SDGs attuali del Comune di Lodi

Analizzando i risultati emerge che il Comune di Lodi ha tra gli elementi di forza i seguenti SdGs: 1, 2, 4, 8, 10, 11, 12, 13 e 17 e tra gli elementi di debolezza i seguenti SdGs 3, 5, 6, 7, 9, 15 e 16.

ELEMENTI DI FORZA	ELEMENTI DI DEBOLEZZA
 SdG 13 (<i>indicatore migliore</i>)	 SdG 7 (<i>indicatore peggiore</i>)
SdGs 1, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 17	SdGs 2, 3, 6, 11, 15, 16

Tabella 3 – Punti di forza e di debolezza del Comune di Lodi

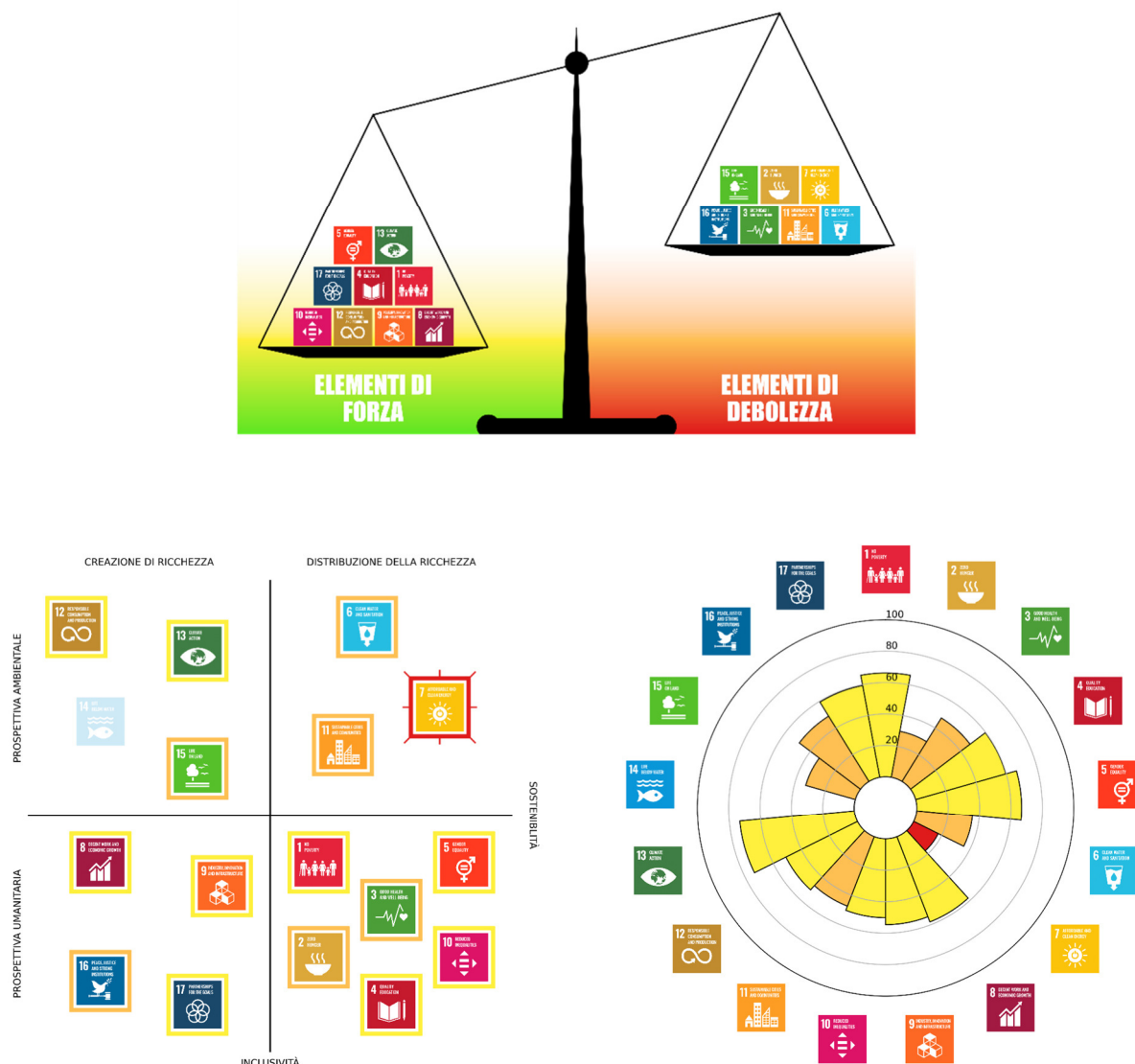


Figura 2 – SDGs attuali del Comune di Lodi

A seguito di una prima analisi del territorio basata sugli indicatori degli SDGs, è possibile trarre alcune sintetiche conclusioni:

- **In linea generale**, il Comune di Lodi si colloca su valori medio-alti per la maggior parte degli SDGs, evidenziando una discreta omogeneità nei tre ambiti della sostenibilità: sociale, ambientale ed economica
- **Il trend rispetto all'anno precedente** risulta complessivamente positivo, con miglioramenti registrati nella quasi totalità degli obiettivi. Fanno eccezione l'Obiettivo 11 (*Città e comunità sostenibili*) e l'Obiettivo 16 (*Pace, giustizia e istituzioni solide*), che mostrano un leggero peggioramento.
- **Lodi presenta performance soddisfacenti** sia in chiave umanitaria che ambientale (Figura 3), delineando un territorio competitivo e in buona salute in termini di welfare, istruzione, servizi e lavoro. Anche sul versante ambientale si rilevano dati positivi relativi alla ridotta incidenza di consumo di suolo, all'attenzione per il riciclo (SDG 12) e alle politiche di contrasto al cambiamento climatico (SDG 13).

- **A livello nazionale**, Lodi si colloca tra il primo 10% dei comuni con le migliori performance, posizionandosi al 408° posto su 7.901. Anche in ambito regionale il posizionamento è positivo: il Comune rientra nel primo 5% dei comuni più virtuosi, con la 54ª posizione su 1.504.
- **Tra i risultati migliori** si segnala il SDG 13 (*Lotta contro il cambiamento climatico*), grazie alla relativamente bassa percentuale di suolo consumato, alla limitata esposizione a rischio sismico e alla contenuta quota di autovetture altamente inquinanti (Euro 0, 1, 2 e 3).
- **Buone performance** emergono anche per gli Obiettivi SDG 1 (*Sconfiggere la povertà*), SDG 4 (*Istruzione di qualità*), SDG 8 (*Lavoro dignitoso e crescita economica*) e SDG 9 (*Imprese, innovazione e infrastrutture*), delineando un quadro favorevole sotto il profilo economico, sociale ed educativo. Tuttavia, persistono alcune criticità, come la distribuzione non sempre equa della ricchezza e le difficoltà legate al ricambio generazionale nel mercato del lavoro.
- **Tra gli indicatori più critici** si segnalano quelli relativi alle risorse ambientali, in particolare la superficie agricola utilizzabile (SDG 2) e l'energia sostenibile (SDG 7). In quest'ultimo caso, nonostante il punteggio nazionale sia basso (segnalato in rosso con valore 17,5), va sottolineato che Lodi dispone di una buona capacità di teleriscaldamento, elemento che rappresenta un'alternativa valida rispetto ad altre fonti come il fotovoltaico.
- **Infine, l'Obiettivo 11** (*Città e comunità sostenibili*) presenta diverse criticità, in particolare riguardo alla mobilità sostenibile e ai servizi connessi (trasporto pubblico locale e rete ciclabile), nonché per quanto riguarda la disponibilità di verde urbano pro capite

Di seguito una analisi dettagliata di quanto sopra esposto:

Contesto socio-economico

Il Comune di Lodi, capoluogo dell'omonima provincia lombarda, presenta complessivamente buoni risultati in termini di benessere economico e welfare (servizi, istruzione, accessibilità). Come evidenziato dall'SDG 1 (*Sconfiggere la povertà*), il territorio mostra un livello medio-alto di reddito pro capite e un basso indice di sofferenza economica, con un tasso di disoccupazione del 5,60%, inferiore di circa 1–2 punti percentuali rispetto alla media nazionale. Tuttavia, tali dati vanno letti insieme agli indicatori sulla distribuzione della ricchezza: l'indice di Gini e il valore di dispersione del reddito medio (SDG 10) evidenziano valori medio-bassi, indicando possibili disuguaglianze all'interno della popolazione.

Servizi alla popolazione

Lodi garantisce una buona copertura dei servizi primari (SDG 1), con la presenza dell'Ospedale Maggiore in posizione centrale e un numero significativo di farmacie (SDG 3). Tuttavia, si rileva una minore disponibilità di associazioni sportive, spazi verdi pubblici e presidi sanitari alternativi all'ospedale.

Sistema educativo

Dal punto di vista universitario, la presenza della Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Milano si traduce in una bassa incidenza di studenti universitari sul totale della popolazione residente (2,44%), in linea con città come Mantova (2,21%) ma distante da realtà universitarie più strutturate come Pavia (34%), Milano (13,49%) e Brescia (9,56%). Tuttavia, il SDG 4 (*Istruzione di qualità*) restituisce un quadro positivo in merito all'accessibilità scolastica tramite trasporto pubblico e alla qualità degli edifici scolastici.

Lavoro e innovazione

L'economia lodigiana si distingue in settori produttivi consolidati come ceramica, cosmetica e lattiero-caseario. Il tasso di occupazione è favorevole e la percentuale di NEET è contenuta (6,24%). Nonostante ciò, si evidenziano criticità nel ricambio generazionale della forza lavoro e un saldo annuale delle imprese non particolarmente brillante rispetto alla media nazionale (SDG 8). Il Parco Tecnologico Padano rappresenta un polo di eccellenza nella ricerca, ma nel complesso il tessuto imprenditoriale locale non mostra una forte presenza di imprese innovative né di addetti nel settore R&S. Di contro, la copertura infrastrutturale digitale è buona e omogenea (SDG 9).

Dinamiche demografiche e sociali

Lodi continua a crescere demograficamente. L'indice di vecchiaia è elevato: gli over 65 costituiscono circa il 25% della popolazione, più del doppio degli under 15 (indice pari al 201%). Gli stranieri rappresentano circa il 15% dei residenti, mentre il nucleo familiare medio è composto da 2,2 persone. Le spese comunali per i servizi sociali non risultano elevate rispetto alla media nazionale, ma questo può essere correlato al livello socio-economico generalmente buono. Particolare attenzione è dedicata all'equità di genere (SDG 5), con dati positivi sulla spesa per i centri antiviolenza e sulla rappresentanza femminile nei corsi universitari e in consiglio comunale.

Risorsa idrica

La disponibilità di acqua potabile risulta soddisfacente, con basse percentuali di perdite idriche. Tuttavia, la presenza di fontanili pubblici è piuttosto limitata.

Uso del suolo e agricoltura

Il territorio extraurbano, esclusa l'area del Parco Regionale Adda Sud, è prevalentemente agricolo, riflettendo una vocazione storica del lodigiano. Solo lo 0,30% della superficie agricola risulta inutilizzata (SDG 2). Tuttavia, la varietà colturale è ridotta e limitati sono gli spazi dedicati agli orti urbani e familiari.

Energia e sostenibilità

Circa il 60% della potenza elettrica installata proviene da fonti rinnovabili, coprendo il 10% del fabbisogno locale. Il teleriscaldamento rappresenta una risorsa strategica: attivo dal 2003, è stato oggetto di continue espansioni. Nel 2015, Lodi ha ricevuto il premio Global District Energy Climate Award per l'efficienza e la sostenibilità del sistema (30.000 abitanti serviti, 233 utenze, 27 km di rete, 3 milioni di m³ allacciati).

Struttura urbana e mobilità

Il tessuto urbano è compatto (SDG 15), con uno sprawl contenuto e un degrado urbano limitato (SDG 11 e 15). Tuttavia, la dotazione di verde pubblico risulta insufficiente rispetto alla media nazionale. Anche la mobilità sostenibile presenta criticità: carenze nel servizio di trasporto pubblico locale e nella rete ciclabile. Il parco veicoli è per il 46% costituito da Euro 6 o elettriche. L'edificato, per il 76% antecedente al 1990, è in gran parte in classi energetiche basse (E, F, G – oltre il 64%). Il 14% delle abitazioni è attualmente vuoto. Sono inoltre presenti diverse aree industriali dismesse, soprattutto a sud della stazione ferroviaria.

Gestione dei rifiuti

Lodi evidenzia un'ottima performance in termini di raccolta differenziata (74%) e presenta una produzione pro capite di rifiuti urbani pari a 408 kg/abitante (SDG 12).

Rischi ambientali

L'unica minaccia ambientale significativa è rappresentata dal rischio idraulico, con zone classificate P2 e P3 che interessano anche alcune aree urbanizzate prossime al fiume Adda.

Attrattività territoriale

Lodi si conferma un territorio attrattivo: il 24% della popolazione pendola quotidianamente verso altri comuni, in particolare Milano. Il tasso migratorio estero è contenuto (0,23%) e anche il saldo migratorio interno è positivo, ma limitato (0,58%).

3.1.4.3. PROPOSTE PRELIMINARI

In virtù delle analisi condotte le proposte preliminari, al fine di migliorare le strategie di raggiungimento degli SDGs sono:

- **Migliorare l'accessibilità e la sicurezza della mobilità urbana e potenziare l'integrazione modale nei trasporti pubblici e sostenibili**

Uno degli ambiti prioritari su cui intervenire riguarda la mobilità. Lodi, come molte città di dimensione intermedia, può beneficiare notevolmente da un rafforzamento del trasporto pubblico locale e da una rete più articolata di mobilità dolce. L'obiettivo è favorire spostamenti quotidiani sicuri, sostenibili e accessibili, riducendo al tempo stesso la congestione stradale e l'impatto ambientale.

Si propone, anzitutto, lo sviluppo di un sistema intermodale efficiente, attraverso la riqualificazione dei principali nodi di scambio – come la stazione ferroviaria e i capolinea del TPL – dotandoli di parcheggi per biciclette e veicoli privati, stalli di ricarica elettrica, pensiline e spazi di attesa adeguati. A ciò si affianca la necessità di potenziare il servizio di trasporto pubblico, sia in termini di frequenza che di estensione, così da renderlo un'alternativa credibile e conveniente all'uso dell'auto privata.

Parallelamente, sarà fondamentale investire sulla mobilità dolce, ampliando la rete ciclabile e favorendo percorsi sicuri per pedoni e mezzi leggeri (come monopattini elettrici). Un ruolo chiave sarà ricoperto anche dall'adeguamento dello spazio pubblico, che dovrà essere attrezzato con aree di sosta, rastrelliere e punti di ricarica. Infine, l'eliminazione delle barriere architettoniche attraverso la redazione e attuazione del Piano per l'Eliminazione delle Barriere Architettoniche (PEBA) contribuirà a rendere la città più inclusiva e accessibile a tutti.

SDG correlato: *SDG 11 – Città e comunità sostenibili*

- **Potenziare le aree verdi urbane e i servizi annessi come strumenti di benessere, resilienza e coesione sociale**

Il verde pubblico rappresenta una risorsa fondamentale per il benessere dei cittadini, la resilienza urbana e la qualità ambientale. Lodi ha bisogno di potenziare e riorganizzare il proprio sistema del verde, sia attraverso interventi di qualificazione delle aree esistenti, sia con la creazione di nuovi spazi in zone attualmente carenti.

Nelle aree verdi già presenti si propone di ampliare i servizi e le dotazioni, introducendo ad esempio aree gioco, percorsi fitness, attrezzature per attività ricreative e spazi di socializzazione. Inoltre, è opportuno promuovere l'adozione di soluzioni innovative per la gestione sostenibile delle acque piovane, come i *rain garden* o i parchi allagabili, in grado di conciliare la funzione ecologica con quella ludico-ricreativa.

Parallelamente, si auspica una progettazione strategica di nuove connessioni verdi che colleghino i diversi quartieri e che favoriscano la mobilità lenta, contribuendo al riequilibrio climatico urbano e alla riduzione dell'inquinamento. In quest'ottica, le aree dismesse o sottoutilizzate possono diventare preziose opportunità per creare parchi di quartiere, orti urbani e spazi di aggregazione. Infine, la promozione dello sport attraverso il sostegno ad associazioni locali potrà contribuire a rafforzare il senso di comunità e a incentivare stili di vita più sani.

SDG correlati: *SDG 2 – Sconfiggere la fame, SDG 3 – Salute e benessere, SDG 11 – Città e comunità sostenibili, SDG 15 – Vita sulla Terra*

- **Rafforzare il ruolo di Lodi come polo universitario e dell'innovazione, valorizzando il patrimonio edilizio esistente e promuovendo sinergie tra imprese, ricerca e formazione**

Lodi possiede già alcune eccellenze nel campo della ricerca e della formazione, come la sede della facoltà di medicina veterinaria e il Parco Tecnologico Padano. Tuttavia, per rafforzare la sua capacità attrattiva nei confronti del mondo universitario e imprenditoriale, è necessario un salto di qualità nell'offerta di servizi e spazi dedicati.

Un primo passo consiste nel valorizzare il patrimonio edilizio esistente, in particolare il consistente numero di abitazioni vuote, che potrebbero essere riconvertite in alloggi per studenti o giovani lavoratori. L'integrazione di questi spazi con servizi a supporto della vita accademica – come aule studio, residenze universitarie, spazi polifunzionali e aree per eventi – rappresenta un'opportunità concreta per dare nuova vita ad alcune parti della città, anche attraverso operazioni di rigenerazione urbana.



Inoltre, è importante rafforzare i legami tra il mondo produttivo locale e quello della formazione, creando percorsi condivisi tra imprese, start-up, istituti tecnici e università. Programmi di innovazione aperta, laboratori congiunti, incubatori e spazi di coworking possono contribuire a far crescere l'ecosistema dell'innovazione, valorizzando il capitale umano e stimolando nuove iniziative imprenditoriali.

SDG correlati: *SDG 4 – Istruzione di qualità, SDG 11 – Città e comunità sostenibili*

3.2. FATTIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO E MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'AMBIENTE

L'intervento oggetto della proposta non ricade tra quelli per i quali gli articoli 6 e 12 del D.lgs. 152/2006 dispongono la sottoposizione a Verifica di Assoggettabilità o a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), conseguentemente non è prevista l'attivazione di alcuna procedura di screening o di V.I.A.

Gli interventi previsti nel presente progetto di fattibilità riguarderanno elementi già presenti sul territorio. Non saranno pertanto introdotte modifiche sostanziali alla dislocazione spaziale degli elementi esistenti ma ne saranno migliorate le qualità, grazie all'introduzione di nuovi apparecchi LED. Questi ultimi, infatti, consentiranno da un lato di risparmiare sui consumi e dall'altro di rispettare le norme sull'inquinamento luminoso e i dettami dei CAM apparecchi. La tecnologia LED, infatti, a parità di prestazioni illuminotecniche, impiega minore potenza rispetto alle altre sorgenti in commercio con conseguente risparmio sui consumi. Questo comporta da un lato una convenienza economica legata ai minori bisogni di energia elettrica e dall'altro un risparmio in termini di emissioni di CO₂ equivalente e TEP, con conseguente abbassamento dell'impatto ambientale legato all'esercizio dell'impianto.

Si procederà quindi alla sostituzione integrale, o al relamping con adeguati kit, degli apparecchi con sorgente diversa dal LED ancora presenti sul territorio comunale, nonché alla sostituzione della maggior parte degli apparecchi attualmente LED ma di vecchia tecnologia, al fine di garantire una migliore qualità ed efficienza di illuminazione.

Il risparmio dei consumi, in particolare, è un obiettivo cardine, in quanto condurrà ad un risparmio economico, ma anche e soprattutto ad una diminuzione dell'impatto ambientale in termini di CO₂ equivalente e TEP immessi in atmosfera, aspetto non trascurabile, dal punto di vista dei vantaggi, alla luce delle attuali problematiche climatiche.

Riguardo l'attenzione agli aspetti ambientali, d'altra parte, il Proponente è da sempre in prima linea nell'elaborazione di progetti ecosostenibili, selezionando prodotti con elevata vita e costruiti con materiali riciclabili e attuando una gestione sostenibile dei rifiuti.

Per perseguire il fine del risparmio energetico le strategie sono molteplici, dall'adozione di apparecchi dotati di sorgenti ad alta efficienza energetica, all'installazione di dispositivi per il controllo del flusso luminoso che consentono una riduzione di potenza nelle ore di minor traffico, per incidere sul consumo senza compromettere la qualità del servizio fornito.

La tecnologia LED, infatti, ha una possibilità di dimmerazione più spinta del flusso luminoso rispetto alle altre sorgenti in commercio consentendo una regolazione più accurata e permettendo un'illuminazione più uniforme rispetto ai classici sistemi tuttanotte/mezzanotte senza rinunciare al risparmio sui consumi.

Gli apparecchi proposti completano il quadro positivo legato a questa nuova tecnologia in quanto sono dotati di ottiche modulabili, che consentono una regolazione della direzione del flusso in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare, e sono costruiti per la maggior parte di materiali riciclabili. Essi sono inoltre altamente resistenti agli urti e alle sollecitazioni anche elevate, e possono garantire elevata dissipazione del calore. La piastra di cablaggio è estraibile e l'attacco di ogni apparecchio regolabile, adatto sia all'installazione testa palo sia su sbraccio.

L'abbattimento dell'inquinamento luminoso che si ottiene dell'utilizzo di apparecchi LED, infine, garantirà una migliore fruibilità degli spazi illuminati ed un miglioramento del livello qualitativo della percezione visiva, sia in termini di comfort che di dettaglio dell'immagine.

Per quanto riguarda le modalità di smaltimento delle lampade e degli apparati dismessi, si sottolinea che esse garantiranno il massimo rispetto della disciplina normativa vigente attraverso la selezione di centri di conferimento di rifiuti speciali dotati delle più avanzate tecnologie di settore.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato descrittivo *PF.RIA – RELAZIONE DI VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO* e alla *PF.RSO – RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA*.

3.3. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

La proposta è stata redatta dopo aver effettuato sopralluoghi in loco che hanno permesso, per ogni singola zona della città, l'analisi delle tipologie dei punti luce e dei quadri elettrici presenti attualmente sul territorio; tale rilievo è stato eseguito, inoltre, utilizzando strumenti in grado di restituire informazioni georeferenziate, così da poter mappare ogni singolo punto luce e progettare la riqualifica con una migliore visione di insieme.

I risultati di questa analisi sono riportati negli elaborati *PF.CP.SDF – CENSIMENTO PUNTI LUCE*, *PF.QE.SDF – CENSIMENTO QUADRI ELETTRICI*, *PF.LS.SDF – CENSIMENTO LANTERNE SEMAFORICHE*, *PF.CS.SDF – CENSIMENTO CENTRALINE SEMAFORICHE*.

L'analisi del parco impiantistico del Comune ha consentito di evidenziare le **criticità del traffico locale** comparando gli strumenti urbanistici. Con tali dati è stato possibile individuare le zone di maggiore e/o minore criticità sulle quali redigere studi puntuali al fine di una migliore illuminazione

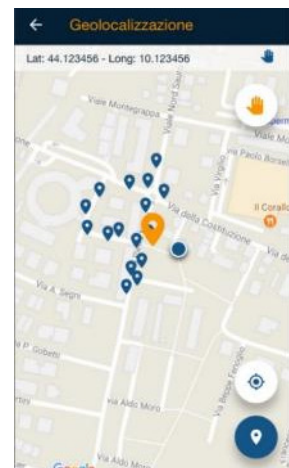
3.3.1. PROCEDURA DI RILIEVO

L'operazione di mappatura è stata effettuata direttamente da operatori esperti mediante l'ausilio di una applicazione specifica per sistemi Android che, abbinata al sistema di memorizzazione istantaneo dei valori rilevati, consente il salvataggio in tempo reale sul server aziendale dei dati rilevati in campo con precisione accurata nei formati elettronici più diffusi.

Con questa modalità vengono registrate tutte le caratteristiche dei punti luce, delle lanterne semaforiche, delle linee e dei quadri elettrici e nonché le informazioni sugli ambiti illuminati.

Per quanto riguarda il censimento dello stato di fatto, è stato effettuato un rilievo che ha individuato per ogni singolo punto luce le seguenti caratteristiche (ove possibile e rilevabile):

- Quadro di accensione;
- Ubicazione del punto luce;
- Tipo di apparecchio illuminante (apparecchio stradale, lanterna artistica, sfera, arredo urbano, proiettore, plafoniera, segna-passo, ecc.);
- Tipo di sorgente utilizzata (alogeno, a incandescenza, fluorescente compatta, fluorescente lineare, a ioduri metallici, al mercurio, al sodio alta pressione, al sodio bassa pressione, modulo LED);
- Potenza nominale della sorgente;
- Potenza nominale della sorgente più alimentatore (potenza complessiva assorbita dall'apparecchio illuminante al 100% del proprio funzionamento alla tensione di rete);
- Tipo di sostegno (palo, mensola a parete, fune d'acciaio/tesata, torre faro, ecc.);
- Altezza del sostegno;
- Materiale del sostegno (ferro, acciaio zincato, alluminio, ghisa, vetroresina, cemento);
- Stato del sostegno.



3.3.2. RISULTANZE DEL RILIEVO E ANALISI DELLE CRITICITÀ

A seguito del rilievo effettuato sono stati censiti n. 5.987 corpi illuminanti afferenti a n. 288 quadri elettrici, n. 3 sottoquadri e n. 4 monocellule con punti luce sottesi. Sono stati inoltre rilevati n. 282 gruppi semaforici afferenti a n. 22 centraline semaforiche, nonché n. 49 lampeggianti.

Gli impianti attuali sono alimentati in derivazione, con distribuzione elettrica a 230V monofase e 400V trifase. Alcuni quadri elettrici sono dotati di un punto di fornitura dedicato, completo di contatore per la misurazione dell'energia consumata, e risultano gestiti tramite interruttore orario o crepuscolare. Gli impianti sono caratterizzati da classe di isolamento I e II.

Parte degli impianti è di proprietà del Comune, mentre un'altra parte appartiene a Enel Sole. Si segnala inoltre che una quota significativa dei quadri elettrici, in diversi casi, risulta priva di contatore di misura, oppure presenta un punto di prelievo (POD) ubicato all'interno di cabine ENEL Distribuzione.

Tale configurazione genera alcune criticità, tra cui: difficoltà di accesso per la lettura e la gestione dei contatori, impossibilità di effettuare un monitoraggio puntuale dei consumi da parte dell'Ente e necessità di coordinamento con il distributore per qualsiasi intervento, con conseguenti rallentamenti nelle attività di gestione e manutenzione.

Di seguito riportiamo i risultati desunti dal censimento effettuato dell'impianto di illuminazione pubblica di Lodi e dei relativi consumi stimati sulla base dei dati raccolti.

DATI GENERALI DELLA RETE	TOTALE
Nr. Corpi Illuminanti totali	5.987
Nr. Lanterne semaforiche	282
Nr. Lampeggianti	49
Nr. Sostegni totali	5.474
Nr. Quadri Elettrici totali	288
Nr. Sotto Quadri Elettrici totali	3
Nr. Monocellule totali	4
Nr. Centraline Semaforiche totali	22
Consumo annuo impianti illuminazione pubblica [kWh]	3.421.235,37
Consumo annuo impianti semaforici [kWh]	27.150,42

Tabella 4 Riepilogo quantità stato di fatto e consumi

Dall'analisi generale dello stato di fatto degli impianti sul territorio, si evince inoltre che:

- i pali sono per la maggior parte in acciaio verniciato e zincato in buone condizioni di manutenzione, ad eccezione di alcuni che verranno verniciati o sostituiti;
- Lo stato dei quadri elettrici risulta complessivamente precario: tutti presentano segni di degrado più o meno marcato, con condizioni manutentive non adeguate e, in alcuni casi, situazioni di non conformità ai requisiti minimi di sicurezza.

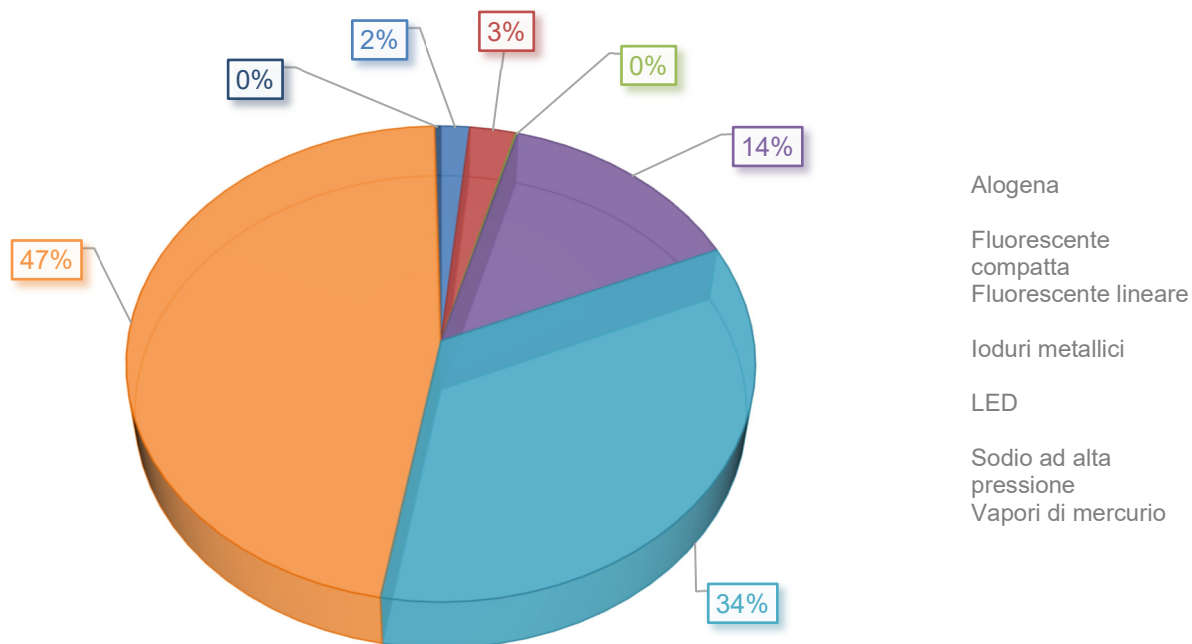
Nei successivi paragrafi sarà trattato lo stato di fatto in maniera dettagliata.

3.3.2.1. TIPOLOGIA DELLE LAMPADE

Analizzando le sorgenti luminose dei corpi illuminanti installate negli impianti dislocati sul territorio, si osserva quanto di seguito riportato:

TIPOLOGIA SORGENTE	TOTALE
Alogena	97
Fluorescente compatta	157
Fluorescente lineare	7
Ioduri metallici	850
LED	2.043
Sodio ad alta pressione	2.811
Vapori di mercurio	22
Totale	5.987

Tabella 5



A questo proposito è necessario sottolineare che il Regolamento CE n. 245/2009 (riportante i requisiti per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità, alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade) e successive modifiche e integrazioni (Regolamento UE n.347/2010, e ss.mm.ii.), ha stabilito la messa al bando progressiva delle sorgenti luminose meno efficienti. Secondo tale regolamento le lampade a vapori di mercurio, di bassissima efficienza, sono state ritirate dal mercato europeo a partire dal 2015, come si evince dallo specchio riepilogativo dei dettami del regolamento sotto riportato, e sarà quindi necessaria la loro sostituzione:

SORGENTE	2010	2012	2015	2017
Sodio Alta Pressione	Non interessate dalla messa al bando	Eliminazione delle lampade a scarso rapporto lumen/W (poco efficienti)		
Sodio Alta Pressione con accenditore integrato	Non interessate dalla messa al bando	Eliminazione delle lampade a scarso rapporto lumen/W (poco efficienti)		
Ioduri Metallici	Non interessate dalla messa al bando	Eliminazione delle lampade con CRI≤80 che non rispettano i requisiti minimi di efficienza energetica	Eliminazione delle lampade con CRI>80 che non rispettano i requisiti minimi di efficienza energetica	Eliminazione delle lampade che non rispettano i requisiti minimi di efficienza energetica
Vapori di Mercurio	Non interessate dalla messa al bando	Eliminazione di tutte le lampade		
	consentite			
	bandite se non vengono rispettate le condizioni prescritte dal Regolamento in merito all'efficienza (lumen/W)			

Tabella 6

La fase tre di applicazione del regolamento (dal 2017) prevede requisiti prestazionali sulle componenti dell'impianto come da tabella seguente:

		REQUISITI PER ILLUMINAZIONE A FLUORESCENZA	REQUISITI PER ILLUMINAZIONE A SCARICA AD ALTA INTENSITÀ
FASE 3 DAL 13.04.2017	Lampade		Lampade ad alogenuri che non soddisfano i requisiti minimi ≤405W (E27, E40 e PGZI2)

		REQUISITI PER ILLUMINAZIONE A FLUORESCENZA	REQUISITI PER ILLUMINAZIONE A SCARICA AD ALTA INTENSITÀ
	Alimentatori	$H_{ballast} \geq E_{B_{fl}}$ (formula per i valori limite degli alimentatori): dove $P_{lamp} \leq 5 \text{ W}$: $E_{B_{fl}} = 0.7I$ Dove $5W < P_{lamp} < 100W$: $E_{B_{fl}} = \frac{P_{lamp}}{(2 \cdot \sqrt{P_{lamp}/36}) + 38/36 \cdot P_{lamp} + I}$ Dove $P_{lamp} \geq 100 \text{ W}$: $E_{B_{fl}} = 0.9 I$ Corrisponde alla messa al bando di EEI=A3, B1 e B2 (gli alimentatori ferromagnetici potrebbero essere realizzati per potenze maggiori – le classi permesse sono A2, A2 BAT e solo A1 BAT per gli alimentatori dimmerabili) Marcatura degli alimentatori solo con A2, A2 BAT o A1 BAT (senza EEI=) Tutti gli apparecchi devono essere compatibili con gli alimentatori della fase 3.	Limiti superiori a quelli richiesti dalla fase 2: $P < 30W - \eta \geq 78\%$ $30 < P < 75 \text{ W} - \eta \geq 85\%$ $75 < P < 105W - \eta \geq 87\%$ $105 < P < 405W - \eta \geq 90\%$ $P < 405W - \eta \geq 92\%$ L'efficienza energetica degli alimentatori per <HID deve essere indicata. Marcatura con A2
	Apparecchi	Tutti gli apparecchi devono essere compatibili con alimentatori della fase 3.	Tutti gli alimentatori devono essere compatibili con alimentatori della fase 3

Tabella 7

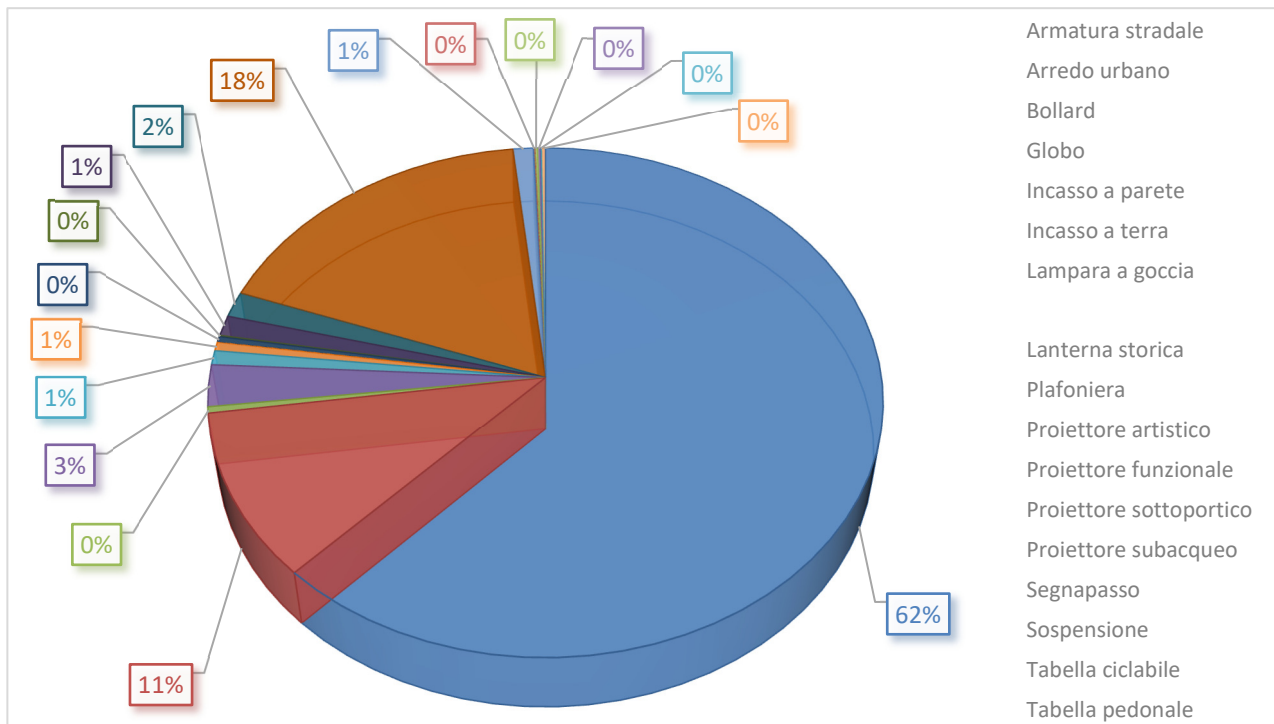
3.3.2.2. TIPOLOGIA DEGLI APPARECCHI

La tipologia degli apparecchi presenti sul territorio è così suddivisibile:

TIPOLOGIA CORPI ILLUMINANTI IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA	TOTALE
Armatura stradale	3.725
Arredo urbano	632
Bollard	24
Globo	158
Incasso a parete	54
Incasso a terra	33
Lampara a goccia	22
Lanterna storica	5
Plafoniera	77
Proiettore artistico	97
Proiettore funzionale	1.058
Proiettore sottoportico	64
Proiettore subacqueo	5
Segnapasso	8
Sospensione	8
Tabella ciclabile	4
Tabella pedonale	13
Totale	5.987

Tabella 8

Per quanto riguarda gli **impianti semaforici**, 298 elementi presentano sorgente Led, n.12 sono apparecchi con sorgente al Sodio Alta pressione, ed i restanti ad incandescenza.

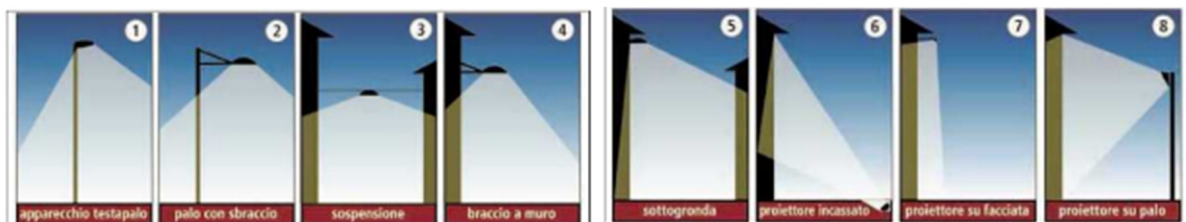


Come si evince dai dati sopra riportati, la maggior parte delle apparecchiature presenti sul territorio è costituita da armature stradali, seguite da proiettori funzionali. Una quantità minore è invece rappresentata da arredo urbani, globi, lampare, incassi, segna passo, proiettori, plafoniere, proiettori artistici, proiettori sottoportici, proiettori subacquei, sospensioni e tabelle pedonali.

Riguardo gli apparecchi, si ricorda che essi devono possedere i requisiti imposti dalla L.R. 31/2015 e dai CAM apparecchi nonché rispettare, nel loro funzionamento, quanto prescritto da questi ultimi, al fine di evitare l'inutile dispersione di flusso luminoso verso l'alto o comunque al di fuori dell'ambito da illuminare, e di garantire determinati requisiti di durevolezza, efficienza e isolamento.

Tali normative prescrivono requisiti di durata ed efficienza di lampade e apparecchi, forniscono prescrizioni riguardo l'illuminazione in zone di particolare protezione dall'inquinamento luminoso, danno indicazioni sulla capacità di regolazione del flusso minima dei nuovi apparecchi e impongono un'inclinazione massima del flusso luminoso al fine di mantenerlo indirizzato sull'ambito da illuminare ed evitare sprechi dovuti ad un'inutile illuminazione verso l'alto.

IMPIANTI CONFORMI ALLA LEGGE REGIONALE



IMPIANTI NON CONFORMI ALLA LEGGE REGIONALE



Figura 3: Prospetto di conformità alla legge regionale 31/15

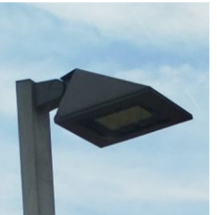
In virtù di tali prescrizioni, si evidenziano sul territorio numerose **criticità**, date dalla presenza di apparecchi obsoleti, scarsamente efficienti e con ottiche inadeguate.

Le problematiche, in particolare, scaturiscono dalla presenza di apparecchi con:

- **ottica aperta:** sono apparecchi privi di schermo di chiusura, con un basso rendimento ottico dovuto alla tecnologia vetusta e all'assenza di uno schermo di protezione contro gli agenti atmosferici. Per questi apparecchi il rapporto medio di emissione (rapporto tra il flusso emesso verso il cielo ed il flusso totale emesso dalle sorgenti illuminanti) è in genere compreso tra il 30% e il 50%;
- **vetro curvo:** dotati di schermo di chiusura non piano di materiale plastico, spesso danneggiato, sono apparecchi che presentano, a causa della tecnologia di costruzione e del degrado, un basso rendimento ottico. Per questi apparecchi il rapporto medio di emissione (rapporto tra il flusso emesso verso il cielo ed il flusso totale emesso dalle sorgenti illuminanti) è in genere compreso tra il 30% e 50%;
- **vetro piano e inclinazione superiore ai 5°:** per questi apparecchi il rapporto medio di emissione (rapporto tra il flusso emesso verso il cielo ed il flusso totale emesso dalle sorgenti illuminanti) è in genere compreso tra il 30% e il 50%.

Di seguito si presenta un report fotografico rappresentativo degli apparecchi attualmente installati:

TIPOLOGIE PRINCIPALI DI APPARECCHI ILLUMINANTI NELLA SITUAZIONE ATTUALE

Apparecchio illuminante tipo armatura stradale				
Apparecchio illuminante tipo arredo urbano				
Apparecchio illuminante tipo bollard urbano				
Apparecchio illuminante tipo lanterna storica				
Apparecchio illuminante tipo globo				

TIPOLOGIE PRINCIPALI DI APPARECCHI ILLUMINANTI NELLA SITUAZIONE ATTUALE

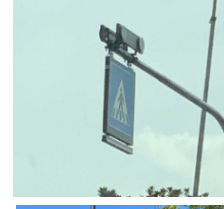
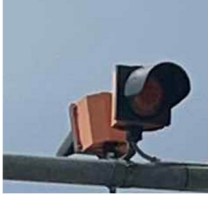
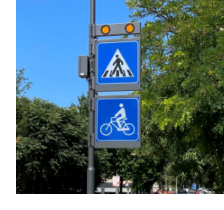
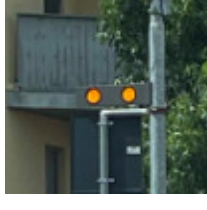
Apparecchio illuminante tipo lampara				
Apparecchio illuminante tipo proiettore				
Apparecchio illuminante tipo plafoniera				
Apparecchio illuminante tipo sospensione				
Apparecchio illuminante tipo incasso a terra e/o a parete				
Apparecchio illuminante tipo segnapasso				
Apparecchio illuminante tipo tabella pedonale				
Apparecchio illuminante tipo lampeggiante				

Tabella 9

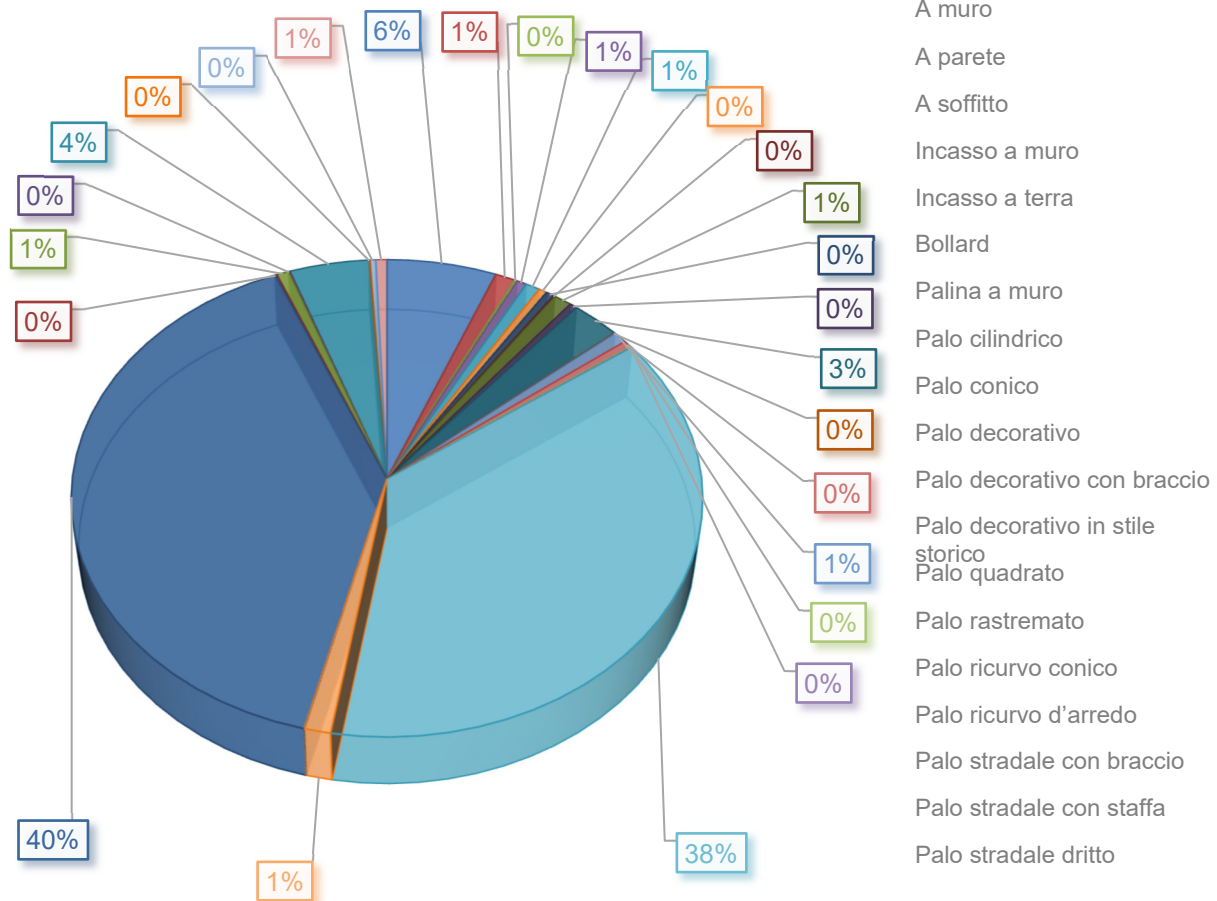
3.3.2.3. TIPOLOGIA DEI SOSTEGNI

I sostegni presenti sul territorio si suddividono secondo le seguenti tipologie:

TIPOLOGIA SOSTEGNOIMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	TOTALE
A muro	324
A parete	59
A soffitto	7
Incasso a muro	30
Incasso a terra	42
Bollard	24
Palina a muro	24
Palo cilindrico	4
Palo conico	54
Palo decorativo	22
Palo decorativo con braccio	145
Palo decorativo in stile storico	2
Palo quadrato	42
Palo rastremato	26
Palo ricurvo conico	2
Palo ricurvo d'arredo	1
Palo stradale con braccio	2.000
Palo stradale con staffa	66
Palo stradale dritto	2.125
Portale con braccio	5
Sbraccio a muro	36
Sbraccio decorativo a parete	4
Staffa a muro	236
Staffa a soffitto	2
Staffa a terra	17
Tesata parete/parete	33
Totale	5.332

Tabella 10

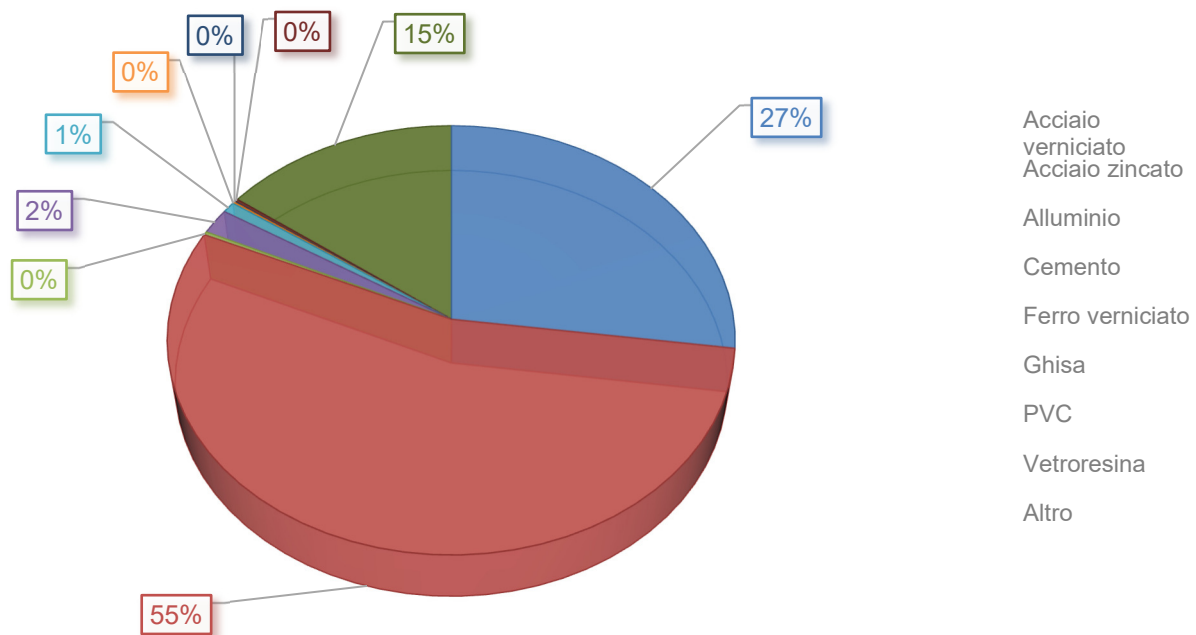
Gli apparecchi di illuminazione semaforica sono installati per la maggior parte su pali di tipo cilindrico (61,6%), in parte marginale su pali rastremati (13,3%), ottagonali (13%) e tipologie minori per la restante parte.



MATERIALE SOSTEGNO	TOTALE
Acciaio verniciato	1.447
Acciaio zincato	2.914
Alluminio	13
Cemento	102
Ferro verniciato	44
Ghisa	6
PVC	4
Vetroresina	12
Altro	790
Totale	5.332

Tabella 11

I sostegni costituenti gli impianti di illuminazione semaforica sono prevalentemente in acciaio verniciato (70%) ed acciaio zincato i restanti.



Riguardo i sostegni, le **criticità** sono legate alla sicurezza statica del palo e all'integrità dei suoi componenti. La ridotta staticità di un sostegno, in particolare, può essere legata:

- **a fenomeni corrosivi di lunga** durata dovuti all'esposizione, nella lunga vita di esercizio dei pali, agli agenti atmosferici. Questi ultimi, minando lo strato di protezione del sostegno, ne riducono lo spessore, specialmente nella sezione di incastro, diminuendo la resistenza al momento flettente della spinta del vento e al peso degli apparecchi ivi installati;
- al verificarsi di episodi improvvisi come **atti vandalici, incidenti o eventi naturali**.

L'integrità dei sostegni, invece, è legata ad aspetti funzionali ed estetici quali ad esempio: le condizioni delle verniciature e delle zincature, la mancanza di portelle copri asole nei pali, l'inclinazione e rotazione degli sbracci, lo stato della protezione a base palo.

Stanti queste premesse, nel caso specifico si rilevano alcune criticità sui sostegni in acciaio zincato che comportano in alcuni casi la riverniciatura per ripristinare la protezione contro la corrosione, in altri l'integrazione di portelle mancanti e/o il rifacimento della protezione alla base e in altri ancora la completa sostituzione, a seconda dello stato di rischio.

Di seguito si presenta un report fotografico rappresentativo di alcune tipologie di sostegni presenti sul territorio:

TIPOLOGIE PRINCIPALI DI SOSTEGNI PRESENTI SUL TERRITORIO

SOSTEGNO STRADALE



TIPOLOGIE PRINCIPALI DI SOSTEGNI PRESENTI SUL TERRITORIO

SOSTEGNO ARTISTICO



SOSTEGNO D' ARREDO



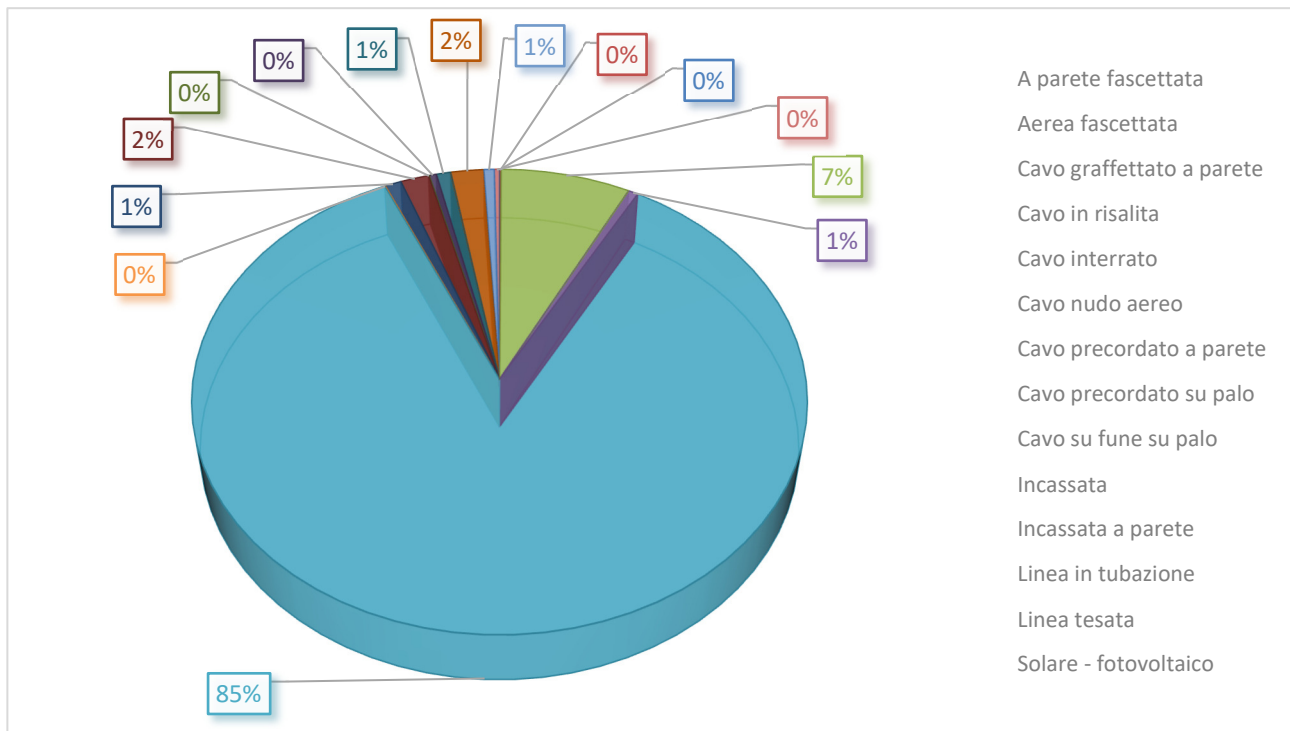
Tabella 12

3.3.2.4. TIPOLOGIA DELLE LINEE

Le linee di alimentazione sono per la maggior parte interrate in cavidotto e in buono stato manutentivo, come si evince di seguito:

TIPOLOGIA LINEA	TOTALE
A parete fascettata	1
Aerea fascettata	5
Cavo graffettato a parete	451
Cavo in risalita	34
Cavo interrato	5.101
Cavo nudo aereo	2
Cavo precordato a parete	57
Cavo precordato su palo	99
Cavo su fune su palo	2
Incassata	25
Incassata a parete	50
Linea in tubazione	115
Linea tesata	36
Solare - fotovoltaico	9
Totale	5.987

Tabella 13



Riguardo le linee, le criticità sono legate al mantenimento della sicurezza elettrica che dipende dall'usura dei conduttori e delle derivazioni e dalla loro classe di isolamento. In particolare, le criticità possono essere legate a:

- tratti di linea aerea in cavo fascettato su funi metalliche;
- tratti di linea aerea in promiscuità elettrica: si tratta del cosiddetto "quinto filo", un tratto di conduttore che alimenta più punti luce e condivide il cavo di neutro con la distribuzione della bassa tensione;
- tratti di linea interrata non adeguatamente isolata;
- tratti di linea in cavo con neutro concentrico: il cavo è formato da tre conduttori di fase (o uno nel caso di cavo monofase) ciascuno col proprio isolamento principale, racchiusi da uno schermo utilizzato come conduttore di neutro. Per questa conformazione, **il cavo con neutro concentrico non risulta compatibile con impianti realizzati in classe II di isolamento** in quanto il conduttore di neutro, che va considerato comunque parte attiva, presenta solo un livello di isolamento verso l'esterno, costituito dalla guaina del cavo, con funzione di isolamento principale. Questa configurazione risulta **particolarmente vulnerabile e critica quando il cavo entra nell'asola del palo**, venendosi a creare un contatto tra il metallo del palo e il cavo proprio nel punto di curvatura dello stesso, dove l'isolamento è più sollecitato;
- derivazioni obsolete o compromesse.

3.3.2.5. TIPOLOGIA DEI QUADRI ELETTRICI

Gli impianti di pubblica illuminazione del comune di Lodi vengono alimentati da nr. 288 quadri elettrici con fornitura monofase e trifase, nr. 3 sotto quadri e n. 4 monocellule. Alcuni quadri sono sottesi da un contattore di misura posizionato all'interno del quadro elettrico o all'interno di quadro dedicato, mentre altri quadri risultano, invece, privi di contatore di misura o con punto di prelievo (POD) ubicato all'interno di cabine ENEL Distribuzione.

L'accensione e lo spegnimento sono regolati, in molti casi, da interruttori crepuscolari, in pochi altri da orologio astronomico, in altri ancora da entrambi.

Al fine di analizzare le criticità, è necessario distinguere tra i casi di quadri elettrici dotati di contatore di misura e quadri elettrici Enel Sole che ne sono sprovvisti.

Nei primi, le criticità maggiori sono legate all'assenza o all'insufficienza di interruttori e protezioni e/o alla presenza di interruttori e protezioni vetusti e inadeguati. In certi casi, inoltre, si rileva deterioramento degli involucri di protezione dei circuiti o incassamento degli stessi all'interno di muri perimetrali di cortili. Tali problematiche rendono i quadri non a norma di legge perché

compromettono la sicurezza fisica di operatori e cittadini che non risultano protetti dai contatti diretti e indiretti. L'accensione e lo spegnimento regolati da interruttori crepuscolari, poi, rappresentano ulteriori criticità in quanto comportano periodi di funzionamento dell'impianto molto variabili e suscettibili non soltanto agli orari di luce e buio effettivi ma anche alle condizioni meteo e ad eventuali ostruzioni del sensore; un sistema efficiente prevedrebbe invece l'utilizzo di orologi astronomici in grado di tarare il periodo di funzionamento dell'impianto sugli orari effettivi di alba e tramonto calcolati in base alle coordinate geografiche del Comune.

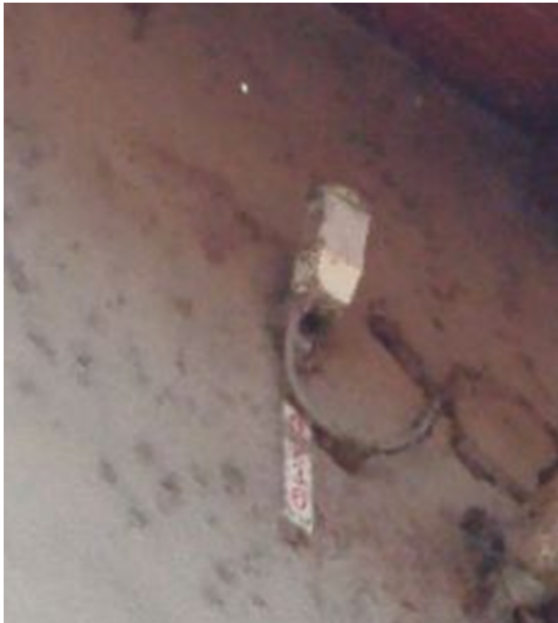
I quadri sono infine sprovvisti di sistema di telecontrollo, che permetterebbe un controllo costante dei principali parametri di funzionamento e la segnalazione automatica da remoto di eventuali problemi dell'impianto.

I quadri elettrici Enel Sole, invece, sono composti da un cablaggio standard molto essenziale con una singola protezione magnetotermica, un teleruttore e un sezionatore con fusibile a protezione del crepuscolare che comanda l'accensione del sistema. Il quadro è nella maggior parte dei casi alloggiato in un armadietto in vetroresina appositamente alle sue dimensioni, spesso accessibile in quanto non chiuso correttamente o danneggiato. Una criticità importante è che alcuni di questi quadri sono privi di una fornitura di energia elettrica dedicata; quindi, funzionano in regime forfait senza un Punto di Prelievo (POD) specifico, con il risultato che i consumi reali non vengono mai misurati con precisione. Questo rende difficoltoso monitorare e gestire l'effettivo utilizzo energetico e limita la possibilità di ottimizzare i consumi.

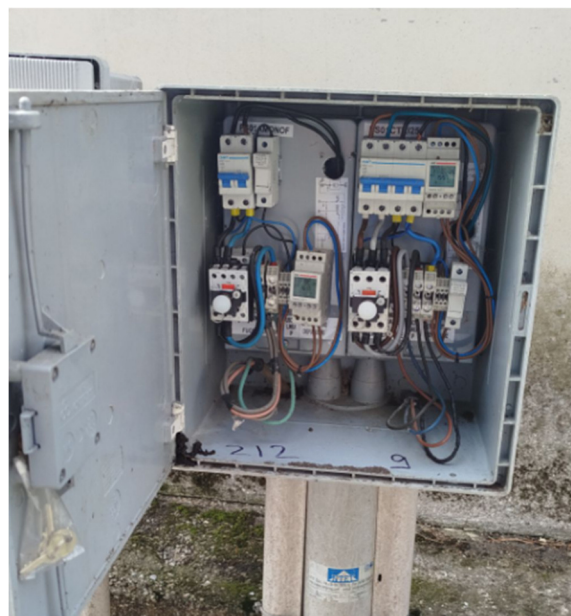
Inoltre, in alcuni casi i quadri Enel Sole sono installati all'interno delle cabine Enel distribuzione, sempre privi di POD, il che comporta ulteriori problemi: la collocazione all'interno delle cabine di distribuzione limita l'accesso e la possibilità di intervento da parte delle squadre di manutenzione dedicate all'illuminazione pubblica. Questa situazione impedisce un controllo puntuale e tempestivo degli impianti e rallenta le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, con conseguenti rischi di inefficienza e guasti prolungati.

Di seguito si presenta un report fotografico rappresentativo di alcune tipologie di quadri elettrici presenti sul territorio:

TIPOLOGIE PRINCIPALI DI QUADRI NELLA SITUAZIONE ATTUALE



Monocellula



Quadro elettrico su palina privo di contatore

TIPOLOGIE PRINCIPALI DI QUADRI NELLA SITUAZIONE ATTUALE



Quadro elettrico privo di contatore ubicato all'interno della cabina Enel Distribuzione



Quadro elettrico su palina privo di contatore



Quadro elettrico a terra con contatore



Quadro elettrico su palina con contatore

Tabella 14

3.3.2.6. CONCLUSIONI

A seguito del rilievo effettuato in loco, si riportano le seguenti criticità.

In riferimento alle **criticità riguardanti l'adeguamento normativo** si segnala che:

- Una parte dei corpi illuminanti presentano **sorgenti non LED obsolete**, ad alto consumo, che non rispettano le normative vigenti in termini di sicurezza e di illuminamento a terra;
- Una parte degli apparecchi illuminanti vetusti disperdono **flusso verso la volta celeste** non rispettando le normative vigenti in termini inquinamento luminoso;
- Una parte dell'impianto risulta essere ancora costituito da **quadri elettrici e da punti luce in classe I di isolamento** che implicano costose e frequenti verifiche da parte di ente certificato e che necessitano di essere adeguati in classe II;
- Tutti i quadri elettrici attualmente ubicati all'interno delle **cabine Enel** verranno sostituiti e spostati all'esterno delle cabine, con relativo nuovo punto di fornitura, garantendo così conformità normativa e maggiore sicurezza;
- Tutte le **monocellule** alimentate direttamente dalla linea di e-distribuzione verranno eliminate per essere sostituite con un nuovo quadro elettrico e relativo punto di fornitura.

In riferimento alle **criticità riguardanti l'efficientamento** si segnala che:

- I **corpi illuminanti** dotati di sorgenti non a LED verranno sostituiti con altri dotati di tecnologia LED, al fine di ridurre i consumi energetici e ottenere un conseguente risparmio;
- I **punti luce** rilevati mancanti perché precedentemente rimossi e/o sinistrati saranno **ripristinati**;
- Tutti i punti luce verranno sostituiti per garantire **uniformità e alto livello di efficientamento**, fatta eccezione per quelli dedicati agli attraversamenti pedonali di recente installazione;
- Alcuni quadri elettrici e relativi POD possono essere ottimizzati **migliorando i costi di gestione**;
- Tutti i quadri elettrici privi di POD saranno dotati di un **nuovo contatore** di fornitura;
- Tutti i quadri elettrici verranno sostituiti, uniformando così la tipologia di quadro su tutto il territorio comunale e dotandoli di telecontrollo per una gestione più efficiente.

In riferimento alle **criticità riguardanti l'adeguamento tecnologico** si segnala che:

- Alcuni dei quadri elettrici di comando sono gravemente ammalorati e non in sicurezza e saranno tutti sostituiti integralmente e/o demoliti per accorpamento;
- Alcuni **sostegni, vetusti e in condizioni di non sicurezza**, dovranno essere sostituiti;
- Alcuni **tratti di linea interrata di alimentazione** risultano essere non più adeguati, pertanto necessitano di essere riqualficati.

A partire dall'analisi dello stato di fatto condotta in precedenza e soprattutto dalle criticità riscontrate, sono stati definiti gli interventi da effettuare per la ristrutturazione dell'impianto con l'obiettivo di **migliorarne l'efficienza luminosa (risparmiando quindi sui consumi)** e la **sicurezza**, esercitando il minor impatto ambientale possibile (in ottica di economia circolare).

4. INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI POSTI A BASE DELLA PROGETTAZIONE

Gli interventi previsti nel presente progetto hanno l'obiettivo di **migliorare l'efficienza** luminosa degli impianti (**risparmiando** quindi **sui consumi**) e **la sicurezza** (adeguando quindi gli stessi alle norme vigenti), esercitando il **minor impatto ambientale possibile** (in ottica di economica circolare). Il progetto si propone poi di implementare nuovi impianti (per illuminare zone scarsamente servite o per valorizzare monumenti di rilievo) e sistemi connessi al concetto di smart city (come telecontrollo da quadro, ecc.)

Il progetto di fattibilità tecnico economico di interventi proposto, oggetto della presente relazione tecnica, è stato quindi redatto per rispondere alle richieste e alle criticità sopra elencate, al fine di:

- Garantire condizioni di **efficienza energetica**, attraverso un'adeguata riqualificazione ed un'eventuale riprogettazione del sistema impiantistico e delle relative apparecchiature elettriche;
- Garantire condizioni di **sicurezza per i cittadini** attraverso l'illuminazione degli spazi pubblici, non solo da un punto di vista delle prescrizioni normative vigenti ma altresì garantendo una corretta luminosità delle differenti aree urbane, siano esse pedonali o carrabili;
- Garantire la **sicurezza stradale**, offrendo un'analisi accurata dei principali punti di conflitto al fine di garantire adeguate performance sotto il profilo illuminotecnico;
- Garantire la massimizzazione del **risparmio energetico** e conseguente **riduzione dell'inquinamento luminoso e atmosferico** energetica in termini di riduzione di CO2 equivalente immessa in atmosfera, in ordine con gli obiettivi europei di salvaguardia ambientale;
- Garantire la **valorizzazione monumentale e paesaggistica**.

Riassumendo, quindi, gli obiettivi del progetto di fattibilità tecnico economica sono mirati a favorire il miglioramento, inteso come maggiore efficienza, e la messa in sicurezza dell'impianto di illuminazione pubblica, nonché la valorizzazione del contesto urbano mediante l'utilizzo di apparecchi di design e comfort.

5. CARATTERISTICHE TECNICHE, DELLA PRESCELTA TIPOLOGICHE, DELLA SOLUZIONE FUNZIONALI, PROGETTUALE

5.1. CRITERI DI DETERMINAZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA

Al fine di definire gli interventi necessari alla riqualificazione degli impianti di pubblica illuminazione, è indispensabile innanzitutto procedere con uno studio di fattibilità dell'intervento, analizzando, ad esempio, il territorio nel suo insieme (per avere una panoramica delle esigenze specifiche associate alla morfologia, alle attività sociali, al clima, ecc.) e gli strumenti urbanistici e di tutela del territorio e le leggi regionali.

Trattandosi di interventi di ristrutturazione di impianto esistente, poi, occorre esaminare lo stato attuale degli impianti stessi, effettuando un puntuale **rilievo in loco**.

Sulla base delle risultanze di questi studi e delle conseguenti criticità riscontrante, sono state definite le fasi progettuali, articolate secondo quanto riportato nei CAM servizi, come di seguito:

- **adeguamento normativo** degli impianti:
 - interventi di **sostituzione e riqualificazione** dei sostegni;
 - **ripristino** dei sostegni mancanti perché sinistrati o rimossi;
 - riqualificazione di **linee elettriche**;
 - riqualificazione dei **quadri elettrici**;
 - installazione di **nuovi punti di fornitura**.
- **riqualificazione energetica**:
 - **classificazione illuminotecnica di ingresso, di progetto e analisi dei rischi**;

- individuazione degli **ambiti** illuminotecnici omogenei;
- **studio del colore della luce e della temperatura di colore;**
- **sostituzione corpi illuminanti esistenti** con altri provvisti di sorgente a LED di ultima generazione, per efficientamento dell'impianto, e di design, al fine di valorizzarne anche l'aspetto estetico;
- **riqualificazione urbana:**
 - **illuminazione architettuale** dei principali monumenti di valore storico-architettonico della città;
 - **armonizzazione dell'illuminazione del centro storico** mediante l'adozione di un'unica tipologia di apparecchi, eliminando le tesate laddove presenti.
- **ampliamento impianto:**
 - Ampliamento e completamento dell'impianto di illuminazione a servizio della **pista ciclabile;**
- **attraversamenti pedonali:**
 - Installazione e realizzazione di nuovi **attraversamenti pedonali;**
- **interventi legati al concetto di smart city;**
- **interventi legati al concetto "Green Way";**
- **luminarie.**

5.2. ADEGUAMENTO NORMATIVO

Gli interventi appartenenti a questa categoria sono quelli che prevedono l'adeguamento alle condizioni di sicurezza elettrica e meccanica dettati dalle Norme CEI, UNI e delle disposizioni legislative applicabili agli impianti di illuminazione pubblica.

5.2.1. INTERVENTI SUI SOSTEGNI

I sostegni che attualmente risultano danneggiati, ammalorati o anche inadeguati rispetto alla geometria dell'intervento saranno oggetto dei seguenti interventi:

- **sostituzione** (che si tratti di pali e/o sbracci o mensole a parete o tesate);
- **ripristino** se mancanti;
- **verniciatura** (palo o mensola);
- **ripiombatura.**

La **sostituzione** prevedrà i seguenti passaggi:

- smontaggio dell'apparecchio illuminante esistente e scollegamento delle linee di alimentazione;
- rimozione del sostegno ammalorato;
- fornitura e posa in opera di nuovo palo, con o senza sbraccio, metallico zincato (o verniciato se inserito in tale contesto), di tipo rastremato o conico, posto in opera nella fondazione esistente se adatta, o previa realizzazione di nuova fondazione in cls e dotato o meno di sbraccio. Al palo sarà applicata una guaina termorestringente nel punto di incastro per prevenire la corrosione. Se si tratta di sostituzione di mensola ne sarà fornita e posata una nuova di tipo simile all'esistente. Se si tratta di sostituzione di tesata ne verrà fornita e posata un'altra nuova;
- montaggio nuovo corpo illuminante e collegamento con linea elettrica esistente.

Il ripristino prevedrà i passaggi precedenti dalla fornitura e posa di sostegno in poi.

Le caratteristiche tecniche dei nuovi sostegni rispetteranno scrupolosamente le vigenti normative:

- UNI EN 40-5 e norme collegate;
- UNI EN 40-2 per dimensioni e tolleranze;
- UNI EN 40-5 per materiali;
- UNI EN 40-3-1 per specifica dei carichi caratteristici;
- UNI EN 40-3-3 per verifica mediante calcolo;
- UNI EN 40-4 per protezione della superficie.

I nuovi sostegni saranno marcati "CE" in conformità alla direttiva CEE 89/106 del 21- 12- 1988. Per ogni sostegno sostituito si prevede inoltre il **rifacimento della linea di alimentazione dalla base sino al punto luce**, secondo quanto previsto dalla normativa tecnica di settore.

Gli interventi di **verniciatura**, invece, prevedranno le seguenti operazioni:

- copertura a protezione delle parti estranee alla verniciatura (muri, recinzioni, altro);
- scartavetratura delle superfici esistenti, al fine di rimuovere completamente ogni forma di ossidazione preesistente;
- pulitura e sgrassatura delle superfici;
- stesura di una mano di antiruggine uniformemente distribuita su tutta la superficie da ripristinare;
- verniciatura a pennello con colore a scelta dell'Amministrazione Comunale a perfetta copertura di tutte le parti in vista.

Gli interventi di ripiombatura, infine, consisteranno nel ripristino della verticalità del palo.

Complessivamente, gli interventi sui sostegni, esclusi gli interventi dedicati all'illuminazione architettuale e agli ampliamenti dell'impianto previsti sia per la pista ciclabile che per la Green Way:

INTERVENTI SU SOSTEGNI E SBRACCI	TOTALE
interventi su sostegni e sbracci esistenti	
Sostituzione pali	353
Sostituzione mensole, sbracci e pipette su palo e/o a parete	336
Installazione codolo di riduzione	18
Verniciatura pali	150
Verniciatura mensole e sbracci	110
Ripiombatura	16
Rimozione cavo tesata	24
Rimozione sbracci superflui	121

Tabella 15

Si precisa che laddove necessario, verranno realizzati anche plinti e pozzetti.

5.2.2. INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI

Definizioni:

- **QUADRO ELETTRICO (QE):** Quadro di comando alimentato da fornitura di energia elettrica dedicata e dotato di organi di comando e protezione;
- **SOTTOQUADRO (SQE):** Quadro di comando alimentato da una linea di un quadro elettrico o dalla fornitura di energia elettrica di altro quadro elettrico, dotato di organi di comando e protezione;
- **MONOCELLULA (MON):** Presenza di punti luce alimentati direttamente dalla rete di bassa tensione di e-distribuzione, controllati tramite fotocellula senza possibilità di sezionamento né protezione contro sovraccarichi e cortocircuiti.

In relazione ai quadri elettrici, sono state individuate le seguenti tipologie di intervento:

- **SOSTITUZIONE INTEGRALE QUADRO ELETTRICO ESISTENTE:** installazione di un nuovo quadro elettrico, comprensivo di armadio di contenimento isolante e armadio per il gruppo di misura, in sostituzione di quello attuale, in quanto vetusto e non a norma. Qualora il gruppo di misura sia attualmente separato dal quadro elettrico, verrà accorpato in un unico armadio di contenimento. Per maggiori dettagli, fare riferimento al paragrafo 5.2.3 della presente relazione.
- **DEMOLIZIONE PER ACCORPAMENTO:** l'intervento consiste nella rimozione completa di un quadro elettrico secondario o obsoleto, con l'obiettivo di integrare i suoi circuiti e le relative utenze nel quadro elettrico principale esistente. L'operazione mira a consolidare e ottimizzare la gestione dell'impianto elettrico in un unico punto centralizzato, migliorando l'efficienza, la sicurezza e la conformità normativa dell'intero sistema.

Per il Comune di Lodi sulla base del rilievo puntuale dei quadri elettrici esistenti e dei dati reperiti, sono stati previsti i seguenti interventi.

n. QE rilevati	n. QE da sostituire	n. QE oggetto di demolizione per accorpamento	SDP n. QE totali post intervento
288	227	61	227

Tabella 16

n. SQE rilevati	n. SQE da sostituire	n. SQE oggetto di demolizione per accorpamento	SDP n. QE totali post intervento
3	2	1	2

Tabella 17

n. MON rilevati	n. MON da sostituire con nuovo quadro elettrico	SDP n. QE totali post intervento
4	4	4

Tabella 18

Il totale dei quadri elettrici post intervento sarà pari a 233, ciascuno con relativo punto di fornitura e telecontrollo.

5.2.3. INTERVENTI DI SOSTITUZIONE INTEGRALE

Dai rilievi in campo è emersa la necessità di riqualificare i quadri elettrici e gli armadi di contenimento che risultano essere inadeguati per dimensione, stato di manutenzione o tipologia.

Per i nuovi quadri elettrici verranno utilizzati involucri in vetroresina (SMC) o in poliestere rinforzato con fibra di vetro, stampato a caldo, autoestinguente ed esente da alogeni in conformità alla norma CEI EN 62208 *"Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione Prescrizioni generali"*.

L'**armadio** sarà costituito - ove possibile ed a seconda delle prescrizioni del distributore di energia elettrica locale - da due scomparti separati e sovrapposti di profondità utile minima di 240 mm, muniti di sportello anteriore cieco con serratura tipo *yale* per ciascun vano; il vano superiore sarà dedicato al gruppo di misura mentre il vano inferiore sarà dedicato ai dispositivi di comando e protezione, come rappresentato nelle figure seguenti, allo scopo di facilitare le operazioni di verifica e manutenzione.

L'**involucro** avrà grado di protezione minimo IP44 secondo CEI EN 60529, tensione nominale di isolamento $U_i = 690V$, IK10 secondo EN/IEC 62262 e garantirà il doppio isolamento secondo norma CEI 64-8/4. Il nuovo armadio potrà essere installato a pavimento o su basamento in calcestruzzo, a parete, a palo, su zoccolo o sopralzo.

Il **cablaggio** del quadro sarà realizzato, laddove possibile, mediante l'impiego di pannelli asolati in materiale termoplastico completi di asola per apparecchiature modulari e di profilato DIN 46277/3 (omega); solo nei casi in cui non è possibile ricorrere ai pannelli asolati sarà possibile utilizzare centralini modulari avendo cura di lasciare almeno il 15% di spazio libero.

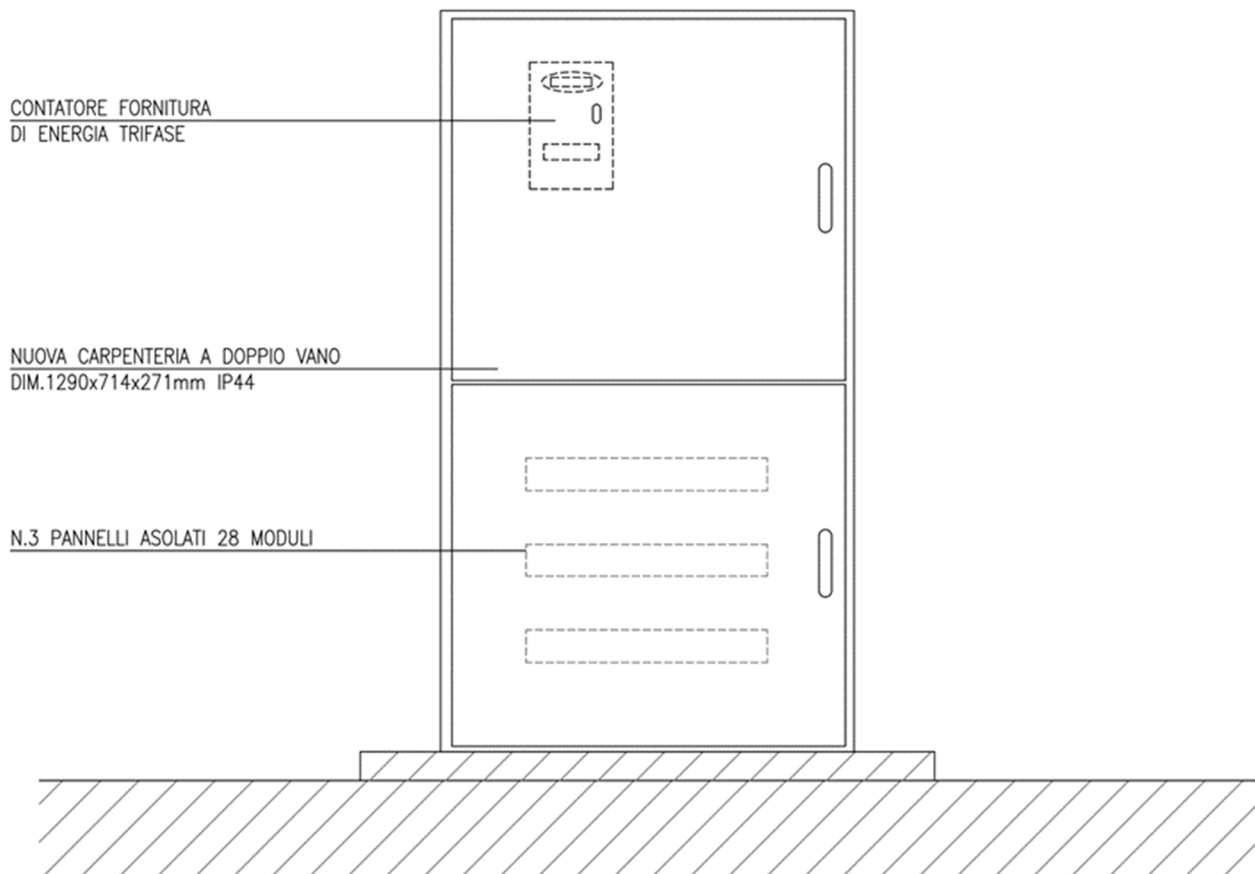


Figura 1 Caratteristiche costruttive dell'involucro

Tutti i dispositivi ed i componenti dei nuovi quadri saranno conformi alle indicazioni contenute nella Norma CEI EN 61439-1 ed in particolare saranno installati in modo da essere facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione e sostituzione ed in modo tale che il loro funzionamento non sia compromesso da calore, microscariche, vibrazioni ecc..

Ciascun nuovo **quadro elettrico monofase** avrà una dotazione minima costituita da:

- N°1 interruttore generale di tipo automatico magnetotermico bipolare di adeguata corrente nominale e con caratteristica di intervento "D", in accordo con la norma CEI EN 60947-2, Pdl 6kA;
- N°1 interruttore automatico magnetotermico bipolare di adeguata corrente nominale e con caratteristica d'intervento "C" in accordo con la norma CEI EN 60947-2, a protezione dei circuiti ausiliari interni al quadro elettrico;
- N°1 commutatore manuale o automatico a 2/3 posizioni per il comando di funzionamento;
- N°1 contattore modulare accessoriabile con corrente nominale di esercizio sino a 63 A, tensione nominale di esercizio 220/400V, tensione di esercizio AC/DC;
- N°1 Interruttore orario astronomico con programma settimanale, 1 canale, tensione di esercizio 230 V;
- N°1 interruttore automatico magnetotermico differenziale bipolare di adeguata corrente nominale, caratteristica di intervento "D" in accordo con la norma CEI EN 60947-2, Pdl 6k, Idn 300 mA istantaneo, classe A, uno per ciascun circuito luce.

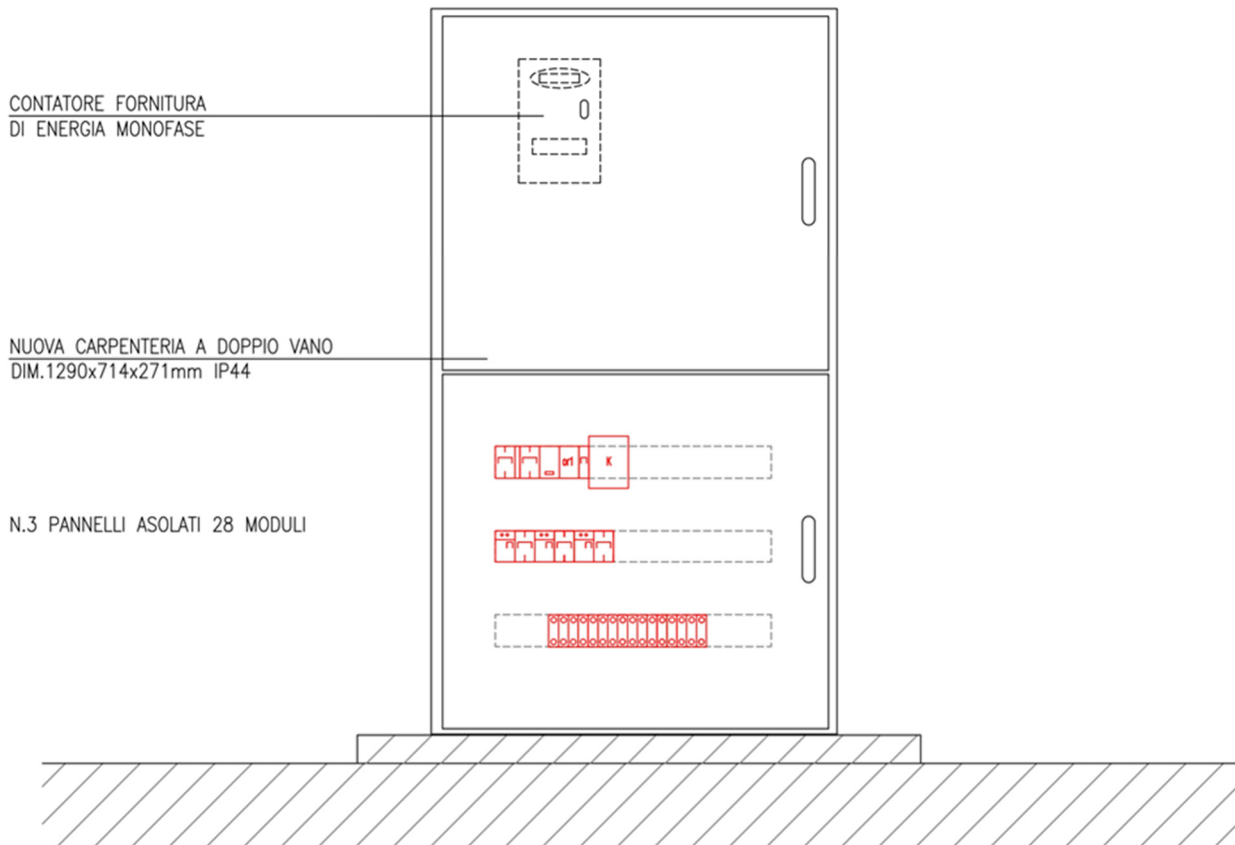


Figura 2 Caratteristiche costruttive minime di un quadro elettrico monofase

Ciascun nuovo **quadro elettrico trifase** avrà una dotazione minima costituita da:

- N°1 interruttore generale di tipo automatico magnetotermico quadripolare di adeguata corrente nominale e con caratteristica di intervento "D" in accordo con la norma CEI EN 60947-2, Pdl 10kA;
- N°1 interruttore automatico magnetotermico bipolare di adeguata corrente nominale, caratteristica d'intervento "C" in accordo con la norma CEI EN 60947-2, a protezione dei circuiti ausiliari interni al quadro elettrico;
- N°1 commutatore manuale o automatico a 2/3 posizioni per il comando di funzionamento;
- N°1 contattore modulare accessoriabile con corrente nominale di esercizio sino a 63 A, tensione nominale di esercizio 220/400V, tensione di esercizio AC/DC;
- N°1 Interruttore orario astronomico con programma settimanale, 1 canale, tensione di esercizio 230 V;
- N°1 blocco differenziale classe A, Idn 300 mA istantaneo, di adeguata corrente nominale per ciascun circuito luce;
- N°1 interruttore automatico magnetotermico quadripola
- re di adeguata corrente nominale, caratteristica di intervento "D" in accordo con la norma CEI EN 60947-2, Pdl 10k, per ciascun circuito luce.

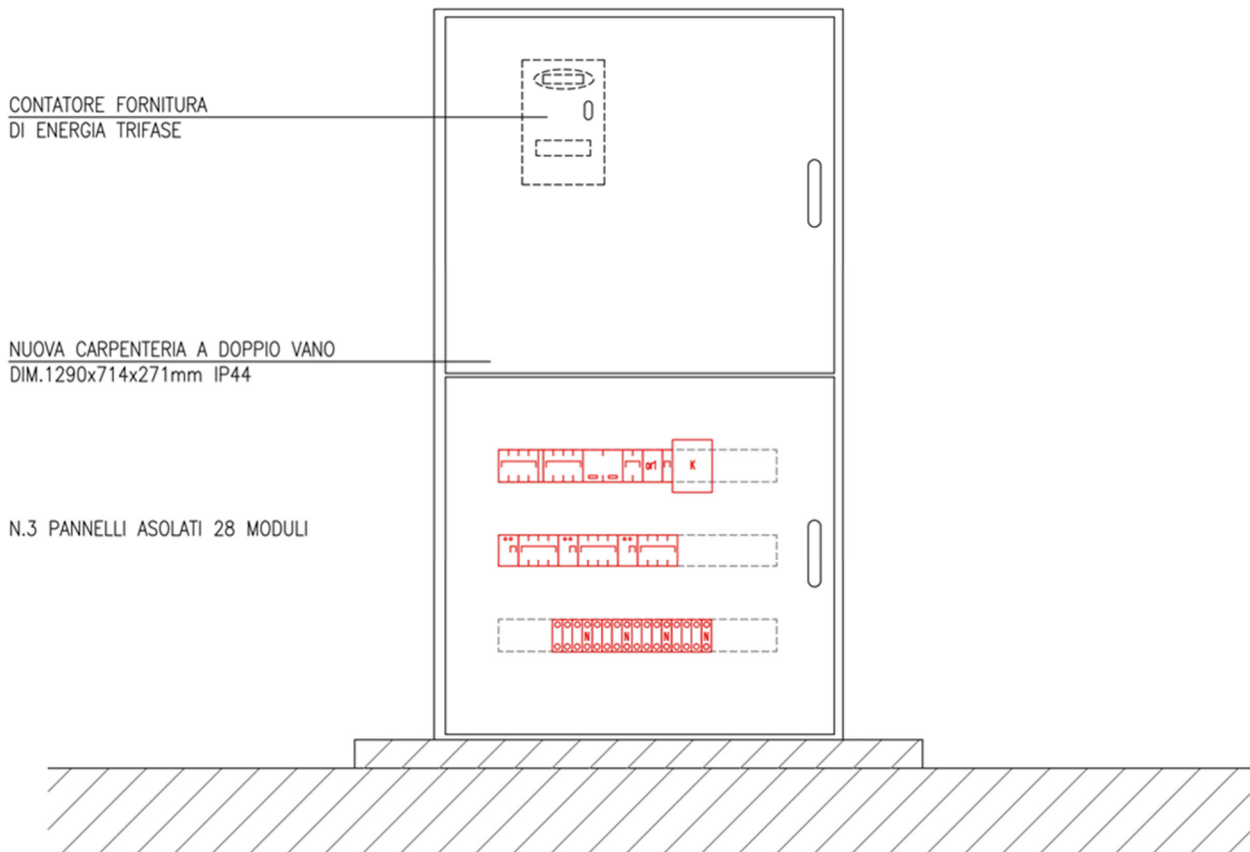


Figura 3 Caratteristiche costruttive minime di un quadro elettrico trifase

Oltre a quanto indicato sopra, per i quadri in cui sia previsto **sistema di telecontrollo**, alla dotazione minima descritta, sarà necessario prevedere oltre all'aggiunta del/i modulo/i di telecontrollo, i relativi contatti ausiliari sui dispositivi di comando e protezione se necessari in relazione alla tipologia del telecontrollo previsto ed una adeguata protezione dalle sovratensioni secondo la CEI EN 62305 "Protezione contro i fulmini", CEI 64-8 (Sez. 443 e Sez. 543), Guida CEI 37-11 "Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Parte 12: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione".

In merito alla **protezione da sovratensioni**, per gli impianti di illuminazione pubblica, il caso più frequente è quello in cui il fulmine cade a terra ad una certa distanza dall'impianto stesso introducendo sovratensioni sulla linea che presentano un contenuto energetico ridotto non essendo associate al passaggio diretto della corrente di fulmine. Individuata la casista più frequente, al netto di altre considerazioni effettuate secondo la normativa vigente, la scrivente società installerà SPD di tipo II per sovratensioni indotte a bassa energia e fronte lento adatti ad essere installati su guida DIN all'interno del quadro elettrico realizzato.

L'SPD installato nel quadro avrà lo scopo di proteggere l'elettronica del sistema di telecontrollo oltre che di tutti i circuiti interni e sarà opportunamente collegato funzionalmente a terra attraverso dispersore metallico all'interno di pozzetto di dimensioni adeguate. Si ribadisce inoltre che trattandosi di terra funzionale non esiste obbligo di effettuare le verifiche periodiche dell'impianto di messa a terra ai sensi del D.P.R. 462/01.

Nel dettaglio verranno sostituiti integralmente nr. 233 quadri elettrici.

Si evidenzia che tale quantità comprende anche gli interventi previsti per i sottoquadri e le monocellule.

5.2.4. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ED ADEGUAMENTO TECNOLOGICO

La **riqualificazione impiantistica dei quadri elettrici** può essere ricondotta essenzialmente al rispetto di questi tre obiettivi:

- il raggiungimento della sicurezza elettrica;
- l'integrità ed il corretto funzionamento dei dispositivi di comando e protezione contenuti al loro interno;
- l'adeguamento tecnologico.

I quadri elettrici esistenti presentano spesso alcune criticità legate sia alle condizioni degli involucri esterni sia allo stato di conservazione dei dispositivi di comando e protezione contenuti al loro interno sia al mancato coordinamento dispositivo-cavo e per questo motivo, in molti casi, è necessario intervenire al fine di evitare l'insorgere sia di problematiche relative all'elettrocuzione sia di problematiche tecniche.

La riqualificazione impiantistica dei quadri elettrici può dunque riguardare gli interventi descritti di seguito:

- la sostituzione del solo armadio contenitore in materiale isolante sia per il quadro elettrico che per il gruppo di misura qualora in armadi distinti;
- la sostituzione parziale o totale dei dispositivi di protezione e comando;
- l'installazione di orologio astronomico;
- l'installazione del kit di telecomando da quadro;
- la realizzazione di opere edili accessorie qualora necessario relativamente a pozzetti per ingresso/uscita cavi ed eventuali basamenti in calcestruzzo.

I nuovi quadri elettrici e/o i quadri elettrici riqualificati risulteranno conformi alle normative vigenti, in particolare a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio europeo del 26 febbraio 2014
- Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2014/30/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014
- CEI EN IEC 61439-1 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- CEI EN IEC 61439-5 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- 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"
- CEI EN 60447 "Principi di base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina marcatura e identificazione - Principi di manovra"
- CEI EN 60073 "Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Principi di codifica per gli indicatori e per gli attuatori"
- CEI EN 60445 "Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori"
- CEI EN 62208 "Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali"
- CEI EN 60529 "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)"
- CEI 17-43 "Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)"

I quadri elettrici oggetto di intervento saranno corredati di:

- Schema unifilare con indicazioni della tipologia e delle caratteristiche dei dispositivi di manovra e protezione, schemi ausiliari di comando, schemi morsettiere, fronte quadro e dimensioni di ingombro;
- Informazioni relative al quadro: targa identificativa, caratteristiche elettriche, caratteristiche costruttive, condizioni di installazione, misure di protezione delle persone ai sensi dell'art. 5 della norma CEI EN IEC 61439-1;
- Dichiarazione di Conformità del quadro alla norma;



- Documentazione con le istruzioni per l'installazione, l'uso e la manutenzione;
- Targa apposta sul quadro contenente: Nome del costruttore, numero di identificazione, data di costruzione e norma utilizzata.

5.2.5. INTERVENTI DI ACCORPAMENTO

L'intervento di **accorpamento dei quadri elettrici** rappresenta una scelta progettuale strategica volta a ottimizzare la gestione dell'impianto e a migliorarne le prestazioni complessive. Nei quadri distribuiti, spesso eterogenei per caratteristiche e capacità, la gestione dei carichi e la manutenzione risultano frammentate e più complessa, con conseguenti rischi di inefficienze, anomalie e tempi di intervento dilatati. L'accorpamento consente invece di concentrare le utenze in quadri centralizzati, più moderni e tecnologicamente evoluti, garantendo un controllo più puntuale dei carichi e una maggiore affidabilità dell'intero sistema.

Dal punto di vista operativo, la concentrazione dei quadri riduce la frammentazione degli interventi e semplifica le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, con conseguente riduzione dei tempi di fermo e dei costi di gestione. La razionalizzazione degli spazi e l'eliminazione della ridondanza dei quadri portano inoltre a una maggiore efficienza complessiva, riducendo le perdite di linea e ottimizzando il flusso energetico all'interno della rete.

Sul piano della sicurezza, l'intervento consente di applicare in modo più uniforme le normative vigenti (CEI e regolamenti di sicurezza elettrica), migliorando la protezione contro sovraccarichi, corto circuiti e dispersioni. La centralizzazione dei quadri favorisce anche l'adozione di sistemi di monitoraggio avanzati e telecontrollo, permettendo la supervisione in tempo reale dei carichi, la diagnostica rapida delle anomalie e la pianificazione preventiva degli interventi, incrementando l'affidabilità del servizio e la continuità elettrica.

In conclusione, l'accorpamento dei quadri elettrici non si limita a una semplice razionalizzazione degli elementi impiantistici, ma costituisce un intervento integrato di **efficientamento, sicurezza e innovazione tecnologica**, capace di garantire benefici immediati e duraturi sia in termini operativi che di sostenibilità energetica, ponendo le basi per future evoluzioni dell'impianto in chiave smart e digitalizzata.

5.2.5.1. CONCLUSIONI

Si riporta di seguito, in formato tabellare, gli interventi previsti sui quadri elettrici:

TIPOLOGIA INTERVENTO SUL QUADRO ELETTRICO	quantità
Sostituzione integrale	229
Installazione nuovo quadro elettrico per rimozione monocelle	4
Demolizione per accorpamento	61 qe 1 sqe
Installazione del kit per il telecontrollo da quadro	233
Installazione nuovi punti di fornitura (POD)	162

La Proposta comprende tutti gli **interventi atti a garantire la rispondenza alle normative tecniche e di sicurezza del 100% dei quadri elettrici** attraverso gli interventi descritti sopra.

Il 100% dei nuovi quadri elettrici sarà dotato di sistema di telecontrollo da quadro, il quale a sua volta verrà protetto da scaricatori di sovratensione di tipo II con collegamento funzionale a terra.

5.2.6. INSTALLAZIONE TELECONTROLLO "LIVELLO QUADRO"

Per il controllo e la gestione dei quadri elettrici esistono diversi approcci con relativi sistemi di telecontrollo. Hera Luce predilige i seguenti:

- **Sistema "ad isola base":** questo sistema permette il monitoraggio dei parametri elettrici fondamentali e dei segnali di allerta come la mancanza di tensione, l'apertura della

portella del quadro, le anomalie nei consumi e l'invio di notifiche tramite e-mail o SMS per la segnalazione di guasti, ecc.

- **Sistema "ad isola evoluto"**: oltre ai vantaggi offerti dal sistema base, il sistema evoluto si arricchisce di un modulo di gestione che collega il quadro elettrico ai punti luce o a gruppi di punti luce. Grazie ad un'efficace comunicazione ad impulsi (es: accensione e spegnimento dell'impianto), il sistema consente l'aggiornamento da remoto dei profili di riduzione, ottimizzando così la gestione energetica complessiva.

Il sistema di controllo offerto per il Comune di Lodi prevede l'utilizzo di telecontrollo da quadro ad isola di tipo ad isola base.

Il telecontrollo verrà installato su n.233 quadri elettrici.

Per facilità di trattazione non si riportano ulteriori argomenti in merito in quanto già comprese nella "Relazione Tecnica". Si rimanda pertanto a tale elaborato per ulteriori aspetti di dettaglio.

5.2.7. INTERVENTI SULLE LINEE

Le linee devono essere adeguatamente dimensionate al fine di contenere le cadute di tensione e sopportare contemporaneamente il carico e devono essere inoltre in buone condizioni di isolamento nonché correttamente collegate, ai fini non solo del buon funzionamento dell'impianto ma anche della sicurezza dello stesso.

Dalle informazioni raccolte in fase di rilievo è emersa la necessità di prevedere una parziale sostituzione della linea interrata e della linea aerea al fine di garantire il corretto isolamento.

Nello specifico le zone interessate dagli interventi saranno verificate puntualmente in fase di progettazione esecutiva.

Di seguito il riepilogo degli interventi sulle linee previsti, **esclusi** gli interventi dedicati all'illuminazione architettuale e per gli ampliamenti dell'impianto previsto sia per la pista ciclabile che per la Green Way:

INTERVENTI SULLE LINEE	TOTALE
Realizzazione di scavo con rifacimento di nuovo cavidotto (m)	5.500
Fornitura e posa di nuova linea con cavo unipolare FG16R16 10 mmq (1x2) (m di linea)	13.000
Fornitura e posa di nuova linea con cavo unipolare FG16R16 10 mmq (1x4) (m di linea)	23.600
Fornitura e posa di nuova linea aerea in precordato ARE4EX4 sez. 16 mmq bipolare (m)	2.000
Fornitura e posa di nuova linea aerea in precordato ARE4EX4 sez. 16 mmq tetrapolare (m)	1.600
Fornitura e posa di nuova linea di alimentazione al corpo illuminante FG16OR16 2x2,5 mmq, di cui:	39.212
Fornitura e posa di derivazione della linea dorsale mediante giunzione in gel	4.510
Fornitura e posa di derivazione della linea dorsale mediante cassetta a parete	632
Fornitura e posa di derivazione della linea dorsale mediante morsetti di derivazione a perforazione	151

Tabella 19 – Riepilogo interventi sulle linee

5.3. RISOLUZIONE PROMISCUITA'

La **promiscuità** negli impianti di illuminazione pubblica rappresenta una condizione in cui le infrastrutture dedicate all'illuminazione si trovano a condividere elementi (sostegni, cavi, alimentazione) con altre reti elettriche, tipicamente quelle di bassa tensione. Questa situazione può comportare complessità nella gestione, manutenzione e sicurezza degli impianti. Al fine di garantire l'efficienza operativa e la conformità normativa, è fondamentale identificare e categorizzare le diverse tipologie di promiscuità per poterle risolvere in maniera mirata, assicurando così l'indipendenza e la pulizia delle linee di illuminazione pubblica.

Esistono diverse configurazioni di promiscuità, ognuna delle quali richiede un'analisi e un approccio specifico per la risoluzione:

- **Nessuna promiscuità**: Questa è la condizione ideale, in cui il punto luce è dotato di una linea di illuminazione pubblica "pulita" e completamente indipendente. Si verifica quando il punto luce

è di proprietà del Comune (identificabile tramite codifica preesistente sul sostegno e l'assenza di contatori aggiuntivi nel quadro elettrico che indichino promiscuità elettrica) o di un ente equivalente (come Enel Sole) con una linea autonoma e senza passaggio di linee di distribuzione. Anche le installazioni a parete, con sostegno in cemento o acciaio, o le tesate, se presentano una linea di pubblica illuminazione pulita, rientrano in questa categoria. La presenza di cavi di bassa tensione sul sostegno può, raramente, indicare una promiscuità meccanica anche in questi casi.

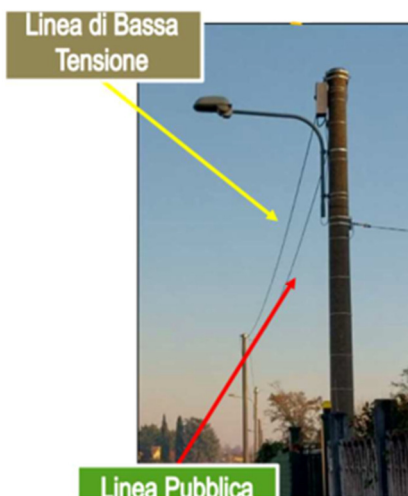


Punto luce comunale con linea interrata

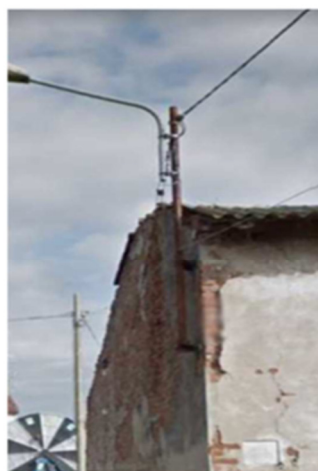


Punto luce comunale o di Enel Sole con linea aerea "pulita"

- Promiscuità Meccanica:** Si parla di promiscuità meccanica quando vi è una condivisione fisica di elementi strutturali o di passaggio cavi con la rete di bassa tensione. Questo include la presenza di cavi di bassa tensione aerei sul sostegno dell'illuminazione pubblica (sia esso in cemento, acciaio o una palina Enel a parete), o la condivisione del cavidotto (spesso difficile da determinare senza l'apertura dei pozzetti). Nelle tesate, la verifica della sola presenza del cavo di bassa tensione indica una promiscuità meccanica. La risoluzione in questi casi implica la separazione fisica dei cavi o la rimozione dei sostegni condivisi.



Palo che supporta sia la pubblica che la bassa tensione



Mensola su palina Enel che supporta la bassa tensione



Tesata che porta la bassa tensione

- Promiscuità Elettrica:** Questa tipologia si manifesta quando l'alimentazione del punto luce avviene direttamente dalla rete di bassa tensione, spesso riconoscibile dalla presenza di un crepuscolare. Rientrano in questa categoria i sostegni in cemento o acciaio dotati di

crepuscolare ma senza cavo di bassa tensione, o i punti luce a parete con crepuscolare. Un caso particolare è la **promiscuità del quinto filo**, dove le fasi dell'illuminazione pubblica sono indipendenti, ma il neutro è in comune con la bassa tensione; questa situazione è tipicamente riscontrabile tramite l'analisi dei quadri elettrici Enel in cabina. Se un punto luce isolato con crepuscolare è situato nelle vicinanze di cavi di media/bassa tensione e quadri elettrici che potrebbero alimentarlo, la promiscuità elettrica scompare.



Monocellula su mensola installata direttamente a parete



Monocellula su palo con linea interrata o comunque senza linea di distribuzione



Promiscuità del quinto filo

- **Entrambe le Promiscuità (Meccanica ed Elettrica):** Questa è la situazione più complessa, dove coesistono sia la promiscuità meccanica che quella elettrica. Si verifica quando sul medesimo sostegno (in cemento o acciaio, palina Enel a parete o tesata) sono presenti sia il cavo di bassa tensione (indicando promiscuità meccanica) che un crepuscolare (indicando promiscuità elettrica). La risoluzione di questa condizione richiede un intervento integrato per separare sia fisicamente i componenti che l'alimentazione, garantendo la completa autonomia dell'impianto di illuminazione pubblica.



È importante notare che le promiscuità non si limitano solo alla condivisione di sostegni o cavidotti, ma possono anche derivare dalla **gestione dell'alimentazione tramite quadri elettrici**.

La promiscuità a livello di quadri elettrici si verifica quando il quadro che alimenta l'illuminazione pubblica non è completamente indipendente da quello che gestisce altre utenze, in particolare la bassa tensione. Questo può succedere in diversi modi:

- **Quadro elettrico ubicato all'interno di cabina Enel distribuzione:** Nel caso di un quadro elettrico per l'illuminazione pubblica situato all'interno di una cabina di trasformazione di Enel Distribuzione, la promiscuità è quasi implicita. Spesso, questi quadri sono stati installati in un'ottica di ottimizzazione degli spazi e delle connessioni originarie.
- **Derivazione diretta dalla Bassa Tensione Enel:** Il quadro dell'illuminazione pubblica è alimentato a valle del trasformatore, ma è direttamente connesso alla barra di bassa

tensione che alimenta anche altre utenze gestite da Enel o altri operatori. Non c'è una linea di alimentazione "pulita" e dedicata che parte da un punto di misura indipendente per l'illuminazione pubblica.

- **Contatori non dedicati:** Anche se esiste un quadro separato, il contatore potrebbe essere unico o condiviso con altre utenze all'interno della stessa cabina, rendendo impossibile la contabilizzazione precisa dei consumi dell'illuminazione pubblica.
- **Quadro Elettrico su Palo Enel:** Il palo stesso è di proprietà di Enel Distribuzione (o equivalente) e ospita sia la linea di distribuzione di bassa tensione sia il quadro dell'illuminazione. Questa è una chiara promiscuità meccanica.
- **Alimentazione diretta da linea Enel:** Il quadro dell'illuminazione pubblica è quasi sempre alimentato tramite una derivazione diretta dalla linea di bassa tensione che scorre sul palo, rendendola una promiscuità elettrica. Spesso, in questi quadri, è presente un crepuscolare che gestisce l'accensione e lo spegnimento, ma l'alimentazione a monte non è indipendente dalla rete Enel.

La risoluzione delle problematiche di **promiscuità**, come dettagliato nelle sezioni precedenti, è un passaggio fondamentale per garantire l'autonomia funzionale, la sicurezza e la corretta gestione degli impianti di illuminazione pubblica. Gli interventi previsti mirano a creare linee dedicate e quadri elettrici indipendenti, eliminando qualsiasi condivisione con altre reti di distribuzione.

A tal fine, abbiamo previsto una serie di azioni strategiche:

- **Realizzazione di Nuove Linee Dedicare:** Per superare la promiscuità meccanica ed elettrica, sarà implementata la creazione di nuove linee di alimentazione dedicate all'illuminazione pubblica. Questo include la posa di metri di linea aerea e metri di linea interrata, con i relativi scavi dove necessario. Queste nuove infrastrutture garantiranno un percorso "pulito" e indipendente per l'alimentazione dei punti luce, scollegandoli definitivamente dalle reti di bassa tensione promiscue.
- **Installazione di Nuovi Contatori Dedicati:** Per una gestione trasparente e una contabilizzazione precisa dei consumi, si procederà con l'installazione di **nuovi contatori in tutti i quadri elettrici che ne sono sprovvisti**. Questo permetterà di monitorare esclusivamente i consumi relativi all'illuminazione pubblica, ottimizzando la gestione economica e l'analisi dell'efficienza energetica.
- **I quadri elettrici attualmente situati all'interno delle cabine Enel Distribuzione saranno spostati all'esterno**, in posizione indipendente, tramite l'installazione di un **nuovo quadro elettrico** completo di un proprio **POD (Punto di Prelievo)** dedicato. Questo eliminerà la dipendenza funzionale e fisica dalla cabina Enel, garantendo una piena autonomia.
- **Le monocellule esistenti saranno eliminate e sostituite con un nuovo quadro elettrico**, anch'esso dotato di un proprio **POD** indipendente. Questo intervento mira a sostituire soluzioni obsolete o promiscue con infrastrutture moderne e dedicate, in linea con le normative vigenti e le esigenze di una gestione efficiente dell'illuminazione pubblica.

Gli interventi programmati mirano infatti a **risolvere integralmente tutte le promiscuità elettriche**, mediante:

- **realizzazione di nuove linee dedicati all'illuminazione pubblica;**
- **installazione di nuovi contatori dedicati;**
- **spostamento dei quadri elettrici attualmente ubicati all'interno di cabine ENEL, mediante realizzazione di nuovi quadri all'esterno e contestuale attivazione di nuovi punti di fornitura;**
- **rimozione delle monocellule esistenti e la loro sostituzione con nuovi quadri di alimentazione e contatori.**

Tali interventi consentiranno **l'eliminazione di tutte le situazioni di promiscuità elettriche, ad eccezione di una quota pari al 10%**, separando in modo netto e sicuro gli impianti di illuminazione pubblica da altri impianti o utenze terze. Nello specifico le nuove linee saranno interrate.

Restano invece escluse – e quindi permanenti – le promiscuità di tipo meccanico, ovvero quelle relative a sostegni o infrastrutture condivise (es. pali con doppia funzione IP/ENEL).

Tali situazioni non comportano criticità dal punto di vista della sicurezza elettrica e non rientrano negli ambiti di intervento in quanto non ne è prevista la rimozione.

Si precisa che, in fase esecutiva, gli interventi sopra descritti saranno ulteriormente dettagliati mediante la predisposizione delle specifiche autorizzazioni e la definizione puntuale delle modalità esecutive. In tale fase verranno individuati con esattezza i tracciati delle nuove linee, le soluzioni tecniche adottate per ciascun punto critico e gli eventuali adeguamenti richiesti in base alle condizioni riscontrate in loco.

5.4. RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Gli interventi di riqualificazione energetica degli impianti di pubblica illuminazione previsti dal progetto permetteranno il loro adeguamento alle normative e alle leggi di settore inerenti alla progettazione illuminotecnica tenendo conto dei CAM apparecchi e perseguiranno i principi dell'efficientamento energetico, contribuendo alla decarbonizzazione e al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 dell'ONU.

5.4.1. CRITERI DI PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA

Per il raggiungimento dei suddetti obiettivi la progettazione degli impianti ha un ruolo chiave. Infatti, dal punto di vista illuminotecnico, un buon impianto deve assicurare il giusto equilibrio tra due esigenze contrapposte: garantire prestazioni adeguate all'ambito considerato (per mantenere la sicurezza degli utenti della strada) e contenere al minimo i costi di gestione.

Si rende pertanto necessario effettuare sul territorio un'analisi dei rischi "illuminotecnica", che consenta di classificare gli ambiti illuminati e individuare per ognuno di essi il livello di illuminazione necessario alla sicurezza dell'utente della strada, sulla base del quale costruire gli interventi.

L'analisi dei rischi e la classificazione illuminotecnica sono state elaborate quindi anche per il Comune in oggetto, nel pieno rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme, leggi e regolamenti di riferimento e di seguito riportate:

- Codice della Strada D.Lgs. 285/1992, DPR 495/92 aggiornato con D.Lgs. 150/2011 e Legge 183/2011;
- UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali";
- UNI EN 13201-3:2016 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo Prestazioni";
- UNI EN 13201-4:2016 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di Misurazione delle Prestazioni Fotometriche".

Nel dettaglio, il Codice della Strada suddivide tutte le strade in macro-categorie dalla A alla F-bis in relazione alle caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali. A queste la Norma UNI 11248, considerando anche i limiti di velocità, associa le categorie illuminotecniche di ingresso per la classificazione.

Su queste macro categorie viene effettuata un'analisi dei rischi, con i criteri dettati nella succitata norma, che tiene conto del traffico stradale, della complessità del campo visivo (es. presenza di eventuali sorgenti luminose diverse da quelle derivanti dall'illuminazione pubblica come negozi o cartelloni pubblicitari, dalla presenza di alberi, ecc.), delle zone di conflitto (es. attraversamenti pedonali, zone pedonali, ecc.), del pericolo di aggressione e in generale di tutti i fattori che possono influenzare l'illuminazione della strada, definendo la categoria illuminotecnica di progetto. Alla categoria illuminotecnica di progetto corrispondono i valori minimi o massimi di alcuni parametri che definiscono il livello di illuminazione, come la luminanza o l'illuminamento, l'uniformità, l'abbagliamento. La norma UNI 11248 stabilisce poi che la categoria di progetto possa essere ulteriormente modificata in alcuni periodi giornalieri di accensione dell'impianto, in funzione di parametri variabili nel tempo che influiscono sull'illuminazione necessaria (come ad es. il livello di traffico). La classificazione illuminotecnica che deriva da queste valutazioni viene definita di esercizio. Il rispetto dei valori minimi e massimi dei parametri illuminazione indicati dalla normativa da parte degli impianti di illuminazione progettati viene accertato dall'esecuzione dei calcoli illuminotecnici.

Per effettuare i calcoli illuminotecnici del territorio comunale è possibile ricavare ed individuare alcuni "tratti tipo", tipologie omogenee di ambito stradale, che presentano caratteristiche simili ad altre strade e zone omogenee.

Infine, i calcoli illuminotecnici vengono svolti sulla base dell'individuazione del tratto tipo, unione di zona omogenea e tipologia di apparecchiatura da installare, allo scopo di verificare il rispetto dei parametri minimi richiesti dalla Norma UNI EN 13201 – 2 per le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio dell'ambito considerato.

I calcoli illuminotecnici permettono di individuare la potenza minima necessaria al rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa nel tratto tipo considerato, permettendo la massimizzazione delle prestazioni energetiche.

Per approfondimenti in merito si rimanda all'elaborato *PF.RT – RELAZIONE TECNICA*.

5.4.2. PROFILI DI DIMMERAZIONE E ORE DI FUNZIONAMENTO

La tecnologia scelta è la tecnologia LED, questa vanta la possibilità di effettuare una **dimmerazione** più spinta del flusso luminoso rispetto alle altre sorgenti in commercio consentendo una regolazione più accurata e permettendo un'illuminazione più uniforme rispetto ai classici sistemi tuttanotte/mezzanotte senza rinunciare al risparmio sui consumi.

Gli apparecchi proposti saranno dotati di un sistema dimmerabile (LCO) in grado di variare l'intensità luminosa e di passare agevolmente da una luce più forte ad una più debole. L'impiego di sistemi di illuminazione dimmerabili comporterà notevoli vantaggi, tra i quali:

- Alta efficienza: nei dimmer la dissipazione di energia è minore rispetto a sistemi con reostati e resistori variabili; inoltre la modulazione della luce permette di variare anche il consumo di corrente, riducendolo quando necessario;
- Maggiori risparmi: i sistemi di illuminazione che lavorano costantemente a pieno regime impiegano maggiori volumi di corrente, portando ad un aumento dei consumi energetici; con i regolati di luce è possibile migliorare il rapporto tra costi e benefici.
- Lifetime più lungo: con un risparmio energetico maggiore possono funzionare più a lungo e garantire, quindi, una maggiore efficienza.

Gli apparecchi proposti sono dotati di ottiche modulabili, che consentono una regolazione della direzione del flusso in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare, e costruiti per la maggior parte di materiali riciclabili, completando il quadro positivo legato a questa nuova tecnologia. Esse saranno inoltre altamente resistenti agli urti e alle sollecitazioni anche elevate, e potranno garantire elevata dissipazione del calore. La piastra di cablaggio sarà estraibile e l'attacco di ogni apparecchio regolabile, adatto sia all'installazione testa palo sia su sbraccio.

Per quanto riguarda la rispondenza alle normative, si sottolinea che i nuovi apparecchi così riqualificati avranno tutte le seguenti caratteristiche minime:

- saranno dotati di sorgenti luminose LED con $CCT \leq 4000$ K che, a parità di luminanza, conseguono impegni ridotti di potenza elettrica rispetto alle altre sorgenti in commercio;
- saranno dotati di apparecchi illuminanti che, nella loro posizione di installazione, presenteranno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per gamma $\geq 90^\circ$ inferiore a 0,49 cd/klm;
- saranno dotati di dispositivi in grado di ridurre di almeno il 30% la potenza impiegata dall'impianto entro le ore 24;
- saranno realizzati a regola d'arte, così come disposto dalle normative e dalle leggi.

5.4.2.1. SPECIFICHE DEI PROFILI DI DIMMERAZIONE

La riduzione minima di potenza lorda in regolazione dovrà essere compatibile con le categorie illuminotecniche di esercizio previste nell'ambito di una dettagliata analisi dei rischi. Non saranno programmate (e ammesse) riduzioni di potenza che comportino una emissione di flusso inferiore a quella necessaria all'ottenimento della classe di esercizio richiesta.

Per l'illuminazione pubblica del Comune di Lodi, è stato implementato un sistema di **dimmerazione** che varia a seconda della classificazione stradale dei punti luce, al fine di ottimizzare il consumo energetico mantenendo adeguati livelli di sicurezza e visibilità.

Si è optato per una **dimmerazione ad un gradino** per la maggior parte dei punti luce, caratterizzata da una riduzione del flusso luminoso in un intervallo orario specifico. Questo significa che:

- funzionamento con riduzione di potenza del 30% dalle ore 22.00 alle ore 06.00, per un totale di 2.920 ore.
- funzionamento a pieno regime nelle restanti ore di accensione dell'impianto per un totale di 1.276.

Questo schema di dimmerazione ad un gradino è stato applicato a:

- Tutti i punti luce che rientrano nelle **classificazioni stradali M5 e C4**.
- Inoltre, a tutti i punti luce che, pur ricadendo in altre classificazioni stradali, hanno una **potenza nominale inferiore a 20W**.

Per i punti luce che rivestono maggiore importanza o che richiedono un controllo più granulare del flusso luminoso, è stata adottata una **dimmerazione a doppio gradino**. Questo significa che:

- funzionamento con riduzione di potenza del 30% dalle ore 22.00 alle ore 01.00, per un totale di 1.095 ore;
- funzionamento con riduzione di potenza del 50% dalle ore 01.00 alle ore 06.00, per un totale di 1.825 ore;
- funzionamento a pieno regime nelle restanti ore di accensione dell'impianto per un totale di 1.276.

Questa soluzione è stata applicata specificamente ai punti luce che ricadono nelle seguenti classificazioni stradali di progetto: **M2, M3, M4, P1, P2, C1, C2 e C3**. Questo approccio permette una gestione più flessibile e articolata della luminosità, adattandosi meglio alle diverse esigenze di queste aree.

La regolazione verrà adottata per tutti gli apparecchi dove è consentita dall'analisi dei rischi, ad eccezione di quelli ad incasso e proiettori per illuminazione architettonica.

Gli orari di accensione e spegnimento vengono convenzionalmente fissati sulla base della media mensile dell'orario di alba e tramonto e inserendo un valore di ritardo e anticipo dell'accensione e spegnimento tali da essere compresi nel crepuscolo civile. Non saranno utilizzati orari del crepuscolo civile, ma sono stati mantenuti valori che garantiscono margini successivi di regolazione della accensione tali da compensare gli indici orografici.

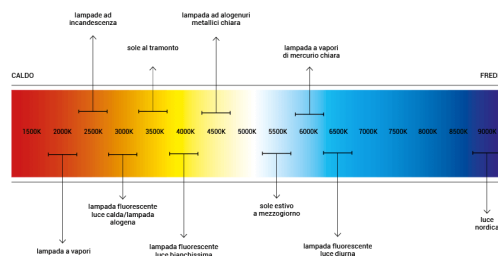
Ai fini del presente studio di fattibilità il calcolo del consumo dell'impianto riqualificato è stato calcolato convenzionalmente sommando il valore di potenza di progetto per le ore di funzionamento a piena potenza con il valore di potenza ridotto per le ore di funzionamento a potenza ridotta. La potenza ridotta è calcolata sull'attribuzione delle categorie illuminotecniche di esercizio definite dal progettista a seguito di valutazione dei rischi.

5.4.3. QUALITÀ DELLA LUCE E TEMPERATURA DI COLORE

Uno degli obiettivi principali della proposta di riqualificazione, oltre al risparmio energetico, è stato la **rimodulazione dell'illuminazione** sul territorio di Lodi, **da un punto di vista estetico-qualitativo di percezione e di valorizzazione dell'ambiente notturno**. La proposta di rinnovo e miglioramento intende utilizzare la luce come elemento distintivo e caratterizzante di ogni ambito della città. Per questo lo studio della luce in termini quantitativi e qualitativi permetterà di **identificare strade e percorsi da valorizzare rispetto al restante contesto urbano**.

Fattore importante risulta essere anche la scelta della temperatura di colore delle sorgenti luminose. Il colore della luce, che viene definito dalla temperatura colore espressa in gradi Kelvin, è rappresentato dalla variazione su una scala cromatica, che partendo dal bianco come punto di riferimento centrale si sposta all'aumentare della temperatura verso gli azzurri e al diminuire della medesima verso i rossi così come schematizzato nel diagramma.

L'innovazione e la tecnologia led ci permettono di utilizzare differenti tenori della luce, garantendo comunque ottimali livelli di prestazione illuminotecnica e risparmio energetico.



La proposta di riqualificazione prevede l'adozione di sorgenti luminose con temperatura di colore pari a 3000K sulla generalità del territorio comunale, inclusi i punti luce destinati all'illuminazione architettuale, in conformità alla L.R. n. 31 del 5 ottobre 2015 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso".

Per il centro storico è stata prevista una temperatura di colore di 2200K, in armonia con il contesto urbano e per valorizzarne l'identità architettonica.

L'unica ulteriore eccezione riguarda gli attraversamenti pedonali, per i quali è stato mantenuto l'impiego di sorgenti a 4000K, in linea con le buone pratiche del settore, al fine di garantire il massimo livello di visibilità e sicurezza per gli utenti vulnerabili della strada.

Nello specifico: **tutti gli apparecchi previsti sul territorio comunale sono uniformati a una temperatura di colore pari a 3000K**, inclusa l'area industriale.

L'unica eccezione riguarda gli attraversamenti pedonali, per i quali è stato mantenuto l'impiego di sorgenti a 4000K, in linea con le buone pratiche del settore, al fine di garantire il massimo livello di visibilità e sicurezza per gli utenti vulnerabili della strada.

Per quanto riguarda l'illuminazione del centro storico, si è optato per l'adozione generalizzata di sorgenti a 2200K, ritenendo tale valore un ottimo compromesso tra resa cromatica, valorizzazione dei materiali, visibilità e sicurezza.

La scelta del CCT a 2200K adottata per il centro storico è stata valutata attentamente e ritenuta la più idonea per garantire: **uniformità percettiva e qualità visiva** degli spazi urbani; **adeguata valorizzazione architettonica** di materiali e colori differenti; **conformità alle normative in vigore** e ai criteri ambientali minimi; **sicurezza e visibilità per tutti gli utenti della strada**, in particolare nelle ore serali e notturne.

Per l'illuminazione architettuale è stata adottata una temperatura di colore a **3000K** che consente una **migliore leggibilità architettonica e materica** degli edifici rispetto ai 2200K, che tenderebbero a appiattire la percezione cromatica dei materiali più chiari (come la pietra bianca della cattedrale o del Broletto), restituendo un effetto visivo più cupo o rosaceo.

In sintesi, l'attuale configurazione progettuale prevede: **3000K su tutto il territorio comunale**, inclusa la zona industriale; **4000K unicamente sugli attraversamenti pedonali**, per motivi di sicurezza; **2200K per il centro storico**, come soluzione equilibrata tra estetica, prestazioni e sicurezza urbana e **3000K per l'illuminazione architettuale**, volta a dare il giusto risalto e valorizzazione agli edifici di pregio.

5.4.4. COMFORT VISIVO

Il comfort visivo è un tema attualmente molto importante nella progettazione di interventi di riqualificazione di impianti di pubblica illuminazione e il suo studio è in continua evoluzione poiché si ritiene importante il contributo del comfort visivo nella percezione degli spazi cittadini. Una luce correttamente progettata trasmette, infatti, sicurezza, riduce lo stress, aumenta la concentrazione, incrementa la fiducia e rassicura; per di più un'illuminazione sapiente permette una migliore fruizione degli spazi illuminati.

L'incremento dei livelli di confort visivo è raggiungibile tramite il controllo delle luminanze e dei contrasti. La luce è anche percezione, in quanto l'occhio e il cervello non sono sensibili al valore assoluto degli illuminamenti e delle luminanze, ma alle differenze tra loro all'interno del campo visivo. La perfetta percezione dei contesti non verrà raggiunta quindi con livelli di luminanza/illuminamento elevati, ma con lo studio e il controllo dei gradienti di luminanza tra oggetto (elemento da illuminare), sfondo e ambiente circostante.

L'utilizzo della tecnologia led, rispetto ad altre in commercio, consente, attraverso l'impiego della tecnologia digitale, di adattare l'illuminazione in maniera molto flessibile, per assecondare le esigenze degli utilizzatori; il progetto è stato pertanto studiato regolando le ottiche degli apparecchi con precisione al fine di minimizzare l'abbagliamento senza sottoilluminare.

5.4.5. INDICAZIONI GENERALI DI INTERVENTO SUI CORPI ILLUMINANTI

I nuovi apparecchi dotati di tecnologia LED consentiranno da un lato di risparmiare sui consumi e dall'altro di rispettare le norme sull'inquinamento luminoso e i dettami dei CAM apparecchi. Il risparmio sui consumi, a sua volta, comporterà da un lato una convenienza economica legata al minor acquisto di energia e dall'altro un **risparmio in termini di emissioni di CO₂ equivalente e TEP**, con conseguente abbassamento dell'impatto ambientale legato all'esercizio dell'impianto.

Gli interventi sugli apparecchi previsti sono per la maggior parte di sostituzione uno a uno ma, in alcuni casi, è prevista la rimozione di apparecchi multipli al fine di ottimizzare il punto luce, sia dal punto di vista del carico che da quello dell'illuminazione, che da quello della manutenzione. Nei seguenti capitoli si riportano alcune immagini e le caratteristiche più significative degli apparecchi di illuminazione utilizzati nel progetto.

Le tipologie di corpi illuminanti sono di carattere indicativo e potranno essere sostituiti con altri corpi illuminanti con caratteristiche illuminotecniche e tecniche pari o superiori a quelli descritte nei documenti di questo progetto

5.4.5.1. PRODOTTI PROPOSTI: TIPOLOGIA STRADALE

I corpi illuminanti che ricadono in questa categoria sono a luce diretta e sono destinati principalmente all'illuminazione di strade, piazze, grandi aree, incroci e parcheggi, con traffico prevalentemente motorizzato ma anche con presenza in alcuni casi di pedoni. Si tratta della tipologia di corpi illuminanti più diffusa e specificatamente dedicata ad assicurare livelli illuminotecnici atti a garantire la sicurezza stradale.

Per questa categoria sono stati scelti principalmente i modelli LA FOGLIA della ditta GMR, classe di isolamento II con ottiche e potenze determinate sulla base delle risultanze dei calcoli illuminotecnici. Tali apparecchi risultano idonei per l'illuminazione stradale ad elevate performance illuminotecniche e sono realizzati in pressofusione di alluminio con vetro temperato serigrafato extra-chiaro, per azzerare la dispersione del flusso luminoso; i modelli scelti garantiscono possibilità di installazione a braccio o testapalo secondo esigenza, e impiego di gruppo ottico ad elevata efficienza, con ampia gamma di tipologia di ottica per ogni tipo di ambito urbano. In fase di progettazione esecutiva gli apparecchi proposti potranno essere comunque essere sostituiti con altri modelli ritenuti idonei e più performanti di quelli previsti in questa fase.

A titolo esemplificativo e non esaustivo le tipologie ipotizzate in caso di sostituzione del punto luce, per questa categoria sono rappresentate da:

- modello **LA FOGLIA** prodotto da GMR.

STATO DI FATTO



PRODOTTO PROPOSTO



LA FOGLIA

Tabella 20

Resta inteso che potrà essere impiegato anche un prodotto equivalente.

5.4.5.2. PRODOTTI PROPOSTI: TIPOLOGIA ARREDI URBANI

Questa categoria comprende tutti i corpi illuminanti esistenti di tipo arredo urbano, globo e tesate. Essi sono installati sia nelle strade e nelle piazze, che nelle aree verdi ed in percorsi ciclopeditoni, ed in funzione della loro differente destinazione d'uso, i nuovi corpi illuminanti a led dovranno avere determinate caratteristiche. Tutti i modelli di corpi utilizzati, oltre a rispettare tutti i requisiti tecnici dettati dalle normative di settore e dai Criteri Ambientali Minimi, saranno caratterizzati da linee di design e comfort, che garantiranno una valorizzazione del contesto nel quale verranno installati.

Le tipologie ipotizzate, in caso di sostituzione del punto luce, per questa categoria sono rappresentate da:

- Modello **VIRGO A** prodotto da GMR;
- Modello **VIRGO B** prodotto da GMR;
- Modello **VIRGO C** prodotto da GMR;
- Modello **HULLA** prodotto da GMR;
- Modello **MINA** prodotto da MINA.

STATO DI FATTO	PRODOTTO PROPOSTO
	 VIRGO A
	 VIRGO B
	 VIRGO C

STATO DI FATTO



PRODOTTO PROPOSTO



HULLA



MINA

Tabella 21

Resta inteso che potrà essere impiegato anche un prodotto equivalente.

5.4.5.3. PRODOTTI PROPOSTI: TIPOLOGIA LANTERNE E LAMPARE IN STILE

Questa categoria comprende tutte le lanterne in stile storico attualmente presenti. Esse sono installate sia nelle strade, nelle piazze che in percorsi ciclopedonali, ed in funzione della loro differente destinazione d'uso, i nuovi corpi illuminanti a led dovranno avere determinate caratteristiche. Tutti i modelli di corpi utilizzati, oltre a rispettare tutti i requisiti tecnici dettati dalle normative di settore e dai Criteri Ambientali Minimi, essi saranno caratterizzati da linee di design e comfort, che garantiranno una valorizzazione del contesto nel quale verranno installati.

Le tipologie ipotizzate, in caso di sostituzione del punto luce, per questa categoria sono rappresentate da:

- modello **LQ093** prodotto da GMR;
- modello **LAMPARA A SMALL** prodotto da GMR.

Di seguito alcuni esempi delle soluzioni adottate in fase progettuale.

STATO DI FATTO



PRODOTTO PROPOSTO



LQ093


LAMPARA A SMALL
Tabella 22

Resta inteso che potrà essere impiegato anche un prodotto equivalente.

5.4.5.4. PRODOTTI PROPOSTI: TIPOLOGIA REFITTING PER APPARECCHI STORICI

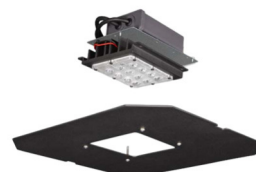
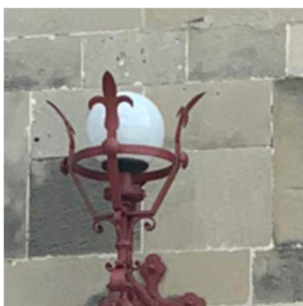
Esistono in città un alto numero di apparecchi storici di tipo arredo urbano che caratterizzano il territorio e rappresentano un elemento caratterizzante delle trasformazioni urbane intercorse. Si intende salvaguardare tali apparecchi per la loro rilevanza estetica e per non mutare il contesto circostante ma adeguarli normativamente dal punto di vista illuminotecnico attraverso installazione di kit refitting.

Le tipologie ipotizzate, in caso di refitting del punto luce, per questa specifica categoria sono rappresentate da:

- modello **RELED** prodotto da GMR;
- lampada Led tipo **COREPRO LEDBULB** prodotto da PHILIPS.

Di seguito alcuni esempi delle soluzioni adottate in fase progettuale.

PRODOTTO PROPOSTO


RELED

COREPRO LEDBULB
Tabella 23

Resta inteso che potrà essere impiegato anche un prodotto equivalente.

5.4.5.5. PRODOTTI PROPOSTI: TIPOLOGIA PROIETTORI E ALTRI

I corpi illuminanti che rientrano in questa categoria saranno principalmente installati nelle piazze, nelle aree verdi e per l'illuminazione architettonale. Essi dovranno essere dotati di ottiche e potenze che permettano un perfetto illuminamento delle zone di interesse in quanto spesso installati in zone che

occorre valorizzare anche artisticamente e per permetterne la fruizione sociale. In tali aree attualmente sono installati proiettori che, nonostante vi siano installati in numero elevato, non garantiscono un corretto livello di illuminamento.

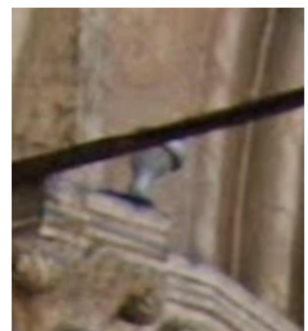
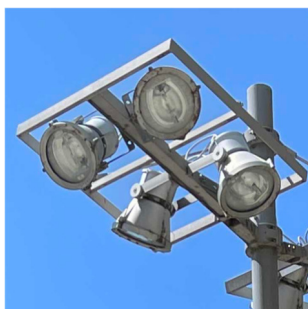
Le tipologie ipotizzate, in caso di sostituzione del punto luce, per questa specifica categoria sono rappresentate da:

- proiettore tipo **TARUS** prodotto da GMR;
- proiettore tipo **IPRO** prodotto da IGUZZINI;
- proiettore tipo **AGORA'** prodotto da IGUZZINI;
- proiettore tipo **MAXI WOODY** prodotto da IGUZZINI;
- proiettore tipo **MINI WOODY** prodotto da IGUZZINI;
- proiettore tipo **PALCO INOUT** prodotto da IGUZZINI;
- strip Led tipo **LINEALUCE** prodotto da IGUZZINI;
- incasso subacqueo tipo **MINIPOOL SPOT** prodotto da SIMES;
- incasso a terra tipo **NAIL PRO 4** prodotto da LAM32;
- bollard tipo **PHAROS 140** prodotto da GMR;
- segnapasso tipo **WALKY RETTANGOLARE** prodotto da IGUZZINI;
- tubo Led tipo **CORELINE STAGNA** prodotto da PHILIPS;
- armatura fotovoltaica tipo **SUNSTAY** prodotto da PHILIPS;
- tabella pedonale tipo **SLP** prodotto da LA SEMAFORICA.

Di seguito alcuni esempi delle soluzioni adottate in fase progettuale.

STATO DI FATTO	PRODOTTO PROPOSTO
	 TARUS
	 IPRO
	 AGORA'

STATO DI FATTO



PRODOTTO PROPOSTO



MAXI WOODY



MINI WOODY



PALCO INOUT



LINEALUCE



MINIPOOL SPOT

STATO DI FATTO



NAIL PRO 4



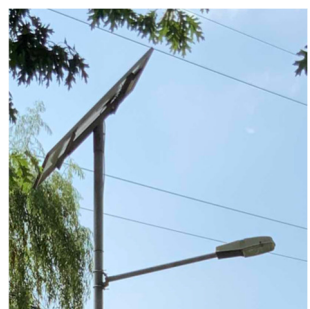
PHAROS 140



WALKY RETTANGOLARE



CORLEINE STAGNA



SUNSTAY

STATO DI FATTO



PRODOTTO PROPOSTO



SLP

Tabella 24

Resta inteso che potrà essere impiegato anche un prodotto equivalente.

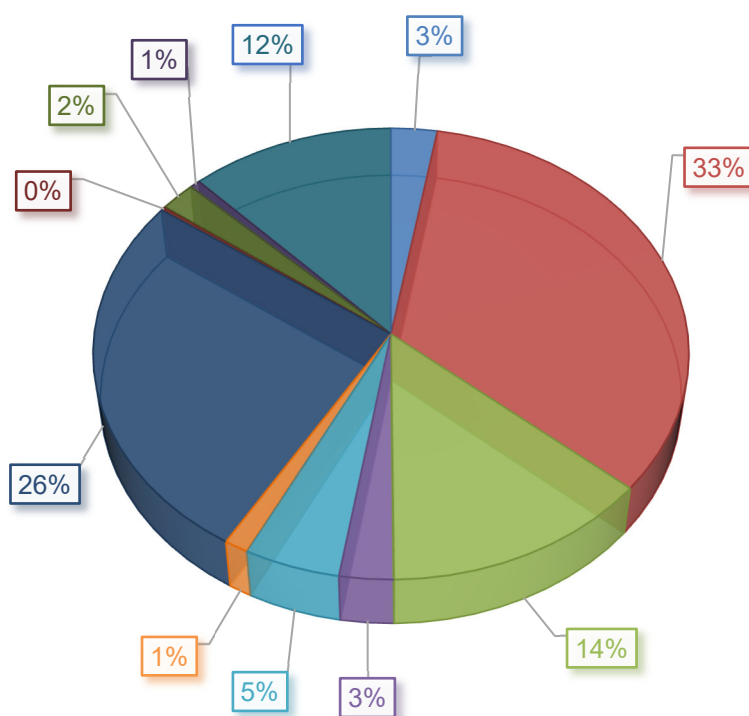
5.5. IMPIANTI SEMAFORICI

5.5.1. STATO DI FATTO

A seguito del rilievo effettuato sono state inoltre rilevate n. **282** lanterne semaforiche afferenti a n. **22** centraline semaforiche, nonché **49 lampeggianti**.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle tipologie di lanterne semaforiche rilevate:

TIPOLOGIA DI LANTERNE SEMAFORICHE	TOTALE
Lantern semaforica ciclabbile 200-200-200	9
Lantern semaforica pedonale 200-200-200	111
Lantern semaforica stradale con frecce direzionali 200-200-200	45
Lantern semaforica stradale con rosso maggiorato e frecce direzionali 300-200-200	9
Lantern semaforica stradale con rosso maggiorato e sfondo uniforme 300-200-200	16
Lantern semaforica stradale con sfondo uniforme 200	4
Lantern semaforica stradale con sfondo uniforme 200-200-200	87
Lantern semaforica stradale con sfondo uniforme 200-200-200-200	1
Lampeggiante stradale con sfondo uniforme 200	7
Lampeggiante stradale con sfondo uniforme 200-200	2
Lampeggiante	40
Totale	331



Lantern semaforica ciclabbile 200-200-200

Lantern semaforica pedonale 200-200-200

Lantern semaforica stradale con frecce direzionali 200-200-200

Lantern semaforica stradale con rosso maggiorato e frecce direzionali 300-200-200

Lantern semaforica stradale con rosso maggiorato e sfondo uniforme 300-200-200

Lantern semaforica stradale con sfondo uniforme 200

Lantern semaforica stradale con sfondo uniforme 200-200-200

Lantern semaforica stradale con sfondo uniforme 200-200-200-200

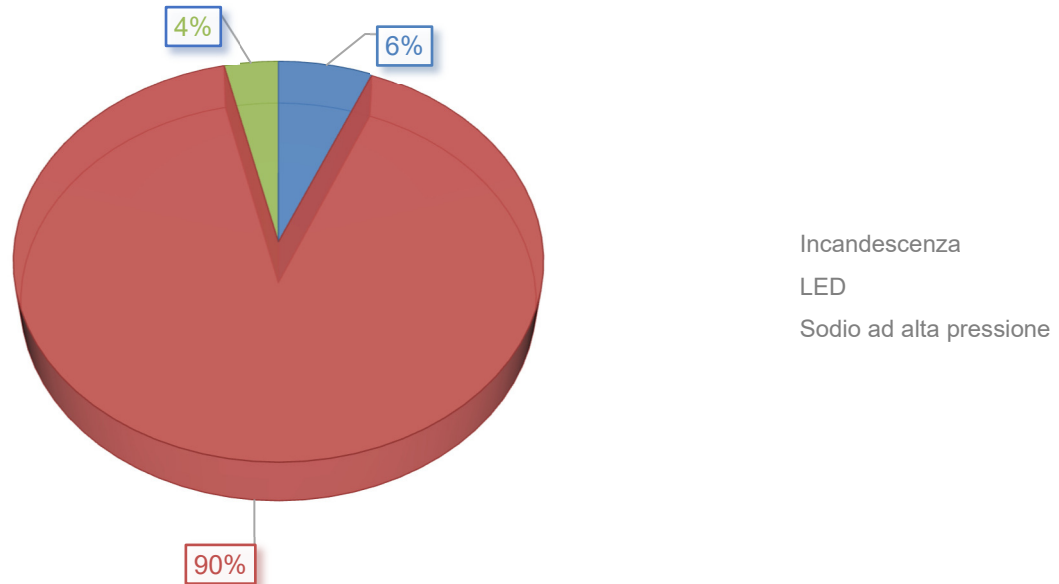
Lampeggiante stradale con sfondo uniforme 200

Lampeggiante stradale con sfondo uniforme 200-200

Lampeggiante

Analizzando le sorgenti luminose delle lanterne semaforiche, si osserva quanto di seguito riportato:

TIPOLOGIA SORGENTE	TOTALE
Incandescenza	21
LED	298
Sodio ad alta pressione	12
Totale	331



TIPOLOGIE PRINCIPALI DI LANTERNE SEMAFORICHE NELLA SITUAZIONE ATTUALE

Lantern
semaforica
ciclabile 200-200-
200



Lantern
semaforica
pedonale 200-
200-200



TIPOLOGIE PRINCIPALI DI LANTERNE SEMAFORICHE NELLA SITUAZIONE ATTUALE

**Lantern
semaforica
stradale con
frecce
direzionali
200-200-200**



**Lantern
semaforica
stradale con
rosso
maggiorato e
frecce
direzionali
300-200-200**



**Lantern
semaforica
stradale con
rosso
maggiorato e
sfondo
uniforme 300-
200-200**



**Lantern
semaforica
stradale con
sfondo
uniforme 200-
200-200**



TIPOLOGIE PRINCIPALI DI LANTERNE SEMAFORICHE NELLA SITUAZIONE ATTUALE

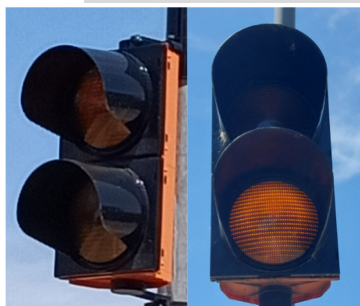
**Lanterna
semaforica
stradale con
sfondo
uniforme
200-200-200-200**



**Lampeggiante
stradale
con sfondo
uniforme 200**



**Lampeggiante
stradale
con sfondo
uniforme
200-200**

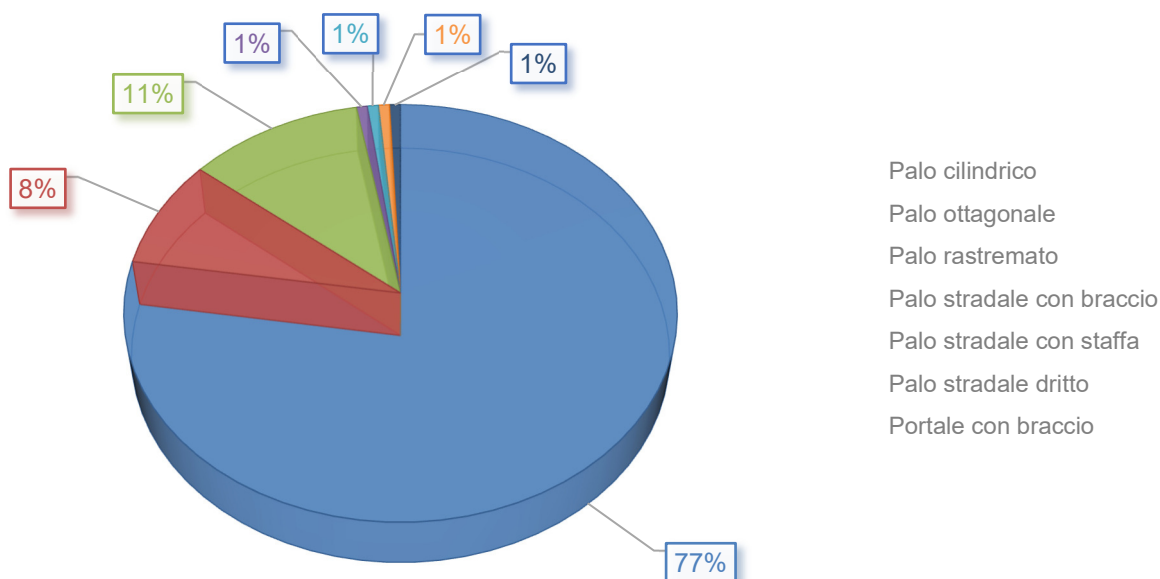


Lampeggiante



I sostegni delle lanterne semaforiche si suddividono secondo le seguenti tipologie:

TIPOLOGIA SOSTEGNO	TOTALE
Palo cilindrico	110
Palo ottagonale	12
Palo rastremato	16
Palo stradale con braccio	1
Palo stradale con staffa	1
Palo stradale dritto	1
Portale con braccio	1
Totale	142



DATI GENERALI IMPIANTI SEMAFORICI	TOTALE
Nr. Lanterne semaforiche totali	282
Nr. Lampeggianti	49
Nr. Sostegni totali	142
Nr. Centraline semaforiche totali	22
CONSUMO ANNUO IMPIANTI SEMAFORICI [kWh/anno]	27.150,42

5.5.2. INTERVENTI PROPOSTI

Gli **impianti semaforici** rappresentano un elemento cruciale per la gestione del traffico e la sicurezza stradale. La loro efficienza e adeguatezza sono costantemente messe alla prova dalle crescenti esigenze di mobilità urbana e dalla necessità di contenere i consumi energetici.

Gli interventi proposti in questo settore non si limitano alla mera sostituzione di componenti obsoleti, ma mirano a una vera e propria riqualificazione funzionale e tecnologica, in linea con le direttive nazionali ed europee che promuovono l'efficienza energetica, la sostenibilità e la sicurezza delle infrastrutture.

Il quadro normativo di riferimento è complesso e dinamico. A livello nazionale, il **Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 285/1992)** e il suo **Regolamento di Attuazione (D.P.R. 495/1992)** definiscono le caratteristiche tecniche e funzionali degli impianti semaforici, le modalità di installazione e manutenzione. È fondamentale che ogni componente, in particolare le **lanterne semaforiche**, sia dotato di **Omologazione Ministeriale**, che ne attesti la conformità alle prescrizioni del Codice della Strada. Ad esempio, decreti come il **Decreto Dirigenziale protocollo 30014 del 24/03/2009** (o successivi per i modelli più recenti) sono stati fondamentali per l'introduzione delle lanterne a LED. Inoltre, gli impianti semaforici devono rispettare la **marcatrice CE** in conformità alla **norma europea armonizzata UNI EN 12368:2006 (o UNI EN 12368:2015 per le versioni più aggiornate)**, che specifica i requisiti prestazionali delle lanterne semaforiche, come intensità luminosa, distribuzione, resistenza e minimizzazione dell'effetto "phantom".

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa degli interventi previsti per gli impianti semaforici:

INTERVENTI SULLE LANTERNE SEMAFORICHE	TOTALE
Sostituzione con lanterna semaforica ciclabile 200-200-200	1
Sostituzione con lanterna semaforica pedonale 200-200-200	20
Sostituzione con lanterna semaforica veicolare 200-200-200	6

INTERVENTI SULLE LANTERNE SEMAFORICHE	TOTALE
Sostituzione con lanterna semaforica veicolare con frecce direzionali 200-200-200	2
Sostituzione con lanterna semaforica veicolare con rosso maggiorato 300-200-200	1
Sostituzione con lanterna semaforica veicolare con rosso maggiorato e frecce direzionali 300-200-200	1
Sostituzione con relamping per lampeggiante	16
Totale	47

INTERVENTI SULLE CENTRALINE SEMAFORICHE	TOTALE
Manutenzione centralina semaforica	15
Sostituzione integrale centralina semaforica	7
Nuova fornitura	18

INTERVENTI SUI SOSTEGNI DELLE LANTERNE SEMAFORICHE	TOTALE
Ripiombatura	4
Verniciatura	53
Sostituzione avvisatore acustico	43
Sostituzione pulsante di chiamata	96

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici “PF.SDP – TAVOLA DELLO STATO DI PROGETTO” , “PF.AN – TAVOLA DELLO STATO DI PROGETTO: ADEGUAMENTO NORMATIVO”, agli allegati tecnici “PF.LS.SDP – TABELLA INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E MESSA A NORMA: LANTERNE SEMAFORICHE”, “PF.CS.SDP – TABELLA INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E MESSA A NORMA: CENTRALINE SEMAFORICHE” e, infine, all'allegato economico “PF.CME – COMPUTO METRICO ESTIMATIVO”.

5.6. CONCLUSIONI POST OPERAM

I prodotti scelti in progetto sono stati individuati a seguito di zonizzazione del paese e calcoli illuminotecnici per ogni ambito come precedentemente descritto.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa degli interventi di progetto e la consistenza finale, compresi i punti luce aggiuntivi previsti per l'illuminazione architettonica e per gli ampliamenti dell'impianto dedicato sia all'illuminazione della pista ciclabile che alle Green Way:

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	NUOVO APPARECCHIO	Q.TÀ
SOSTITUZIONE CON ARMATURA STRADALE	GMR LA FOGLIA 400	3.439
	GMR LA FOGLIA 500	585
SOSTITUZIONE CON ARREDO URBANO	GMR VIRGO A	12
	GMR VIRGO B	214
	GMR VIRGO C	841
	GMR MINA	5
	GMR HULLA	373
SOSTITUZIONE CON LANTERNA ARTISTICA	GMR LQ093 A	3
	GMR LQ093 B	5
SOSTITUZIONE CON LAMPARA IN STILE	GMR LAMPARA A SMALL	16
SOSTITUZIONE SORGENTE CON KIT REFITTING	GMR RELED	29
	GMR TARUS 100	62
	GMR TARUS 400	30
	IGUZZINI AGORA'	45
	IGUZZINI IPRO	144
SOSTITUZIONE CON PROIETTORE	IGUZZINI MAXI WOODY	21

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	NUOVO APPARECCHIO	Q.TÀ
	IGUZZINI MINI WOODY	2
	IGUZZINI PALCO INOUT	2
SOSTITUZIONE CON STRIP LED	IGUZZINI LINEALUCE	1
SOSTITUZIONE CON INCASSO SUBACQUEO	SIMES MINIPOL SPOT	5
SOSTITUZIONE CON INCASSO A TERRA	LAM32 NAIL PRO 4	41
SOSTITUZIONE CON SEGNAPASSO	IGUZZINI WALKY RETTANGOLARE	54
SOSTITUZIONE CON BOLLARD	GMR PHAROS 140	24
SOSTITUZIONE CON TUBO LED	PHILIPS CORELINE STAGNA	23
SOSTITUZIONE CON LAMPADA LED	PHILIPS COREPRO LEDBULB	4
SOSTITUZIONE CON TABELLA SEMAFORICA	LA SEMAFORICA SLP	4
SOSTITUZIONE CON ARMATURA FOTOVOLTAICA	PHILIPS SUNSTAY	1
SOSTITUZIONE SORGENTE CON RELAMPING LED	LA SEMAFORICA STAR LED 2	16
SOSTITUZIONE LANTERNA SEMAFORICA	LA SEMAFORICA CVE LED	31
TOTALE		6.032

Tabella 25

Al totale precedentemente riportato devono essere aggiunti n. **332 apparecchi**, comprendenti lanterne semaforiche e dispositivi lampeggianti, esclusi dagli interventi di riqualificazione in quanto già dotati di tecnologia LED di ultima generazione. Si segnala inoltre la rimozione di n. 83 corpi illuminanti esistenti, demoliti nel corso dei lavori e pertanto non inclusi nello stato finale di progetto. A seguito degli interventi di riqualificazione dell'impianto di illuminazione pubblica, il numero complessivo dei corpi illuminanti presenti sul territorio comunale sarà pari a **6.364 unità**. Tale valore include i punti luce sostituiti, quelli non interessati dai lavori in quanto recentemente aggiornati con tecnologia LED, i nuovi apparecchi installati per l'illuminazione architettonica e per l'ampliamento dell'impianto dedicato sia all'illuminazione della pista ciclabile che alle Green Way, oltre alle lanterne semaforiche e ai dispositivi lampeggianti.

5.7. RIQUALIFICAZIONE URBANA

Il presente progetto propone in aggiunta rispetto agli interventi relativi all'efficientamento energetico e di adeguamento normativo presentato ulteriori **migliorie di progetto** che rientrano nell'ambito della riqualificazione urbana e consentono di aumentare il valore e l'estensione dell'impianto di illuminazione e di far risaltare elementi architettonici di pregio del territorio. In particolare, sono previsti interventi di illuminazione artistica e di ampliamento dell'impianto in zone scarsamente o totalmente non servite dalla pubblica illuminazione.

- **Illuminazione artistica:**
 - Illuminazione architettuale Piazza della Vittoria, Cattedrale di Santa Maria Assunta e Palazzo Broletto;
 - Illuminazione architettuale Chiesa di San Francesco e Monumento a Paolo Gorini;
 - Illuminazione architettuale Castello Visconteo;
 - Illuminazione architettuale Chiesa di San Filippo.
- **Riqualificazione urbana**
 - Centro storico

Si riporta in seguito una breve descrizione dei prodotti proposti e delle tecnologie adottate.

Per un maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati grafici "PF.MON_01 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTUALE PIAZZA DELLA VITTORIA, CATTEDRALE DI SANTA MARIA ASSUNTA E PALAZZO BROLETTO", "PF.MON_02 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTUALE CHIESA DI SAN FRANCESCO E MONUMENTO A PAOLO GORINI", "PF.MON_03 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTUALE CASTELLO VISCONTEO" e "PF.MON_04 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTUALE CHIESA DI SAN FILIPPO".

5.7.1. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE PIAZZA DELLA VITTORIA, CATTEDRALE DI SANTA MARIA ASSUNTA E PALAZZO BROLETTO

5.7.1.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

Il centro storico di Lodi presenta una struttura urbana di matrice medievale, connotata da una trama viaria regolare e da una forte interazione tra gli spazi pubblici e le architetture civili e religiose che ne definiscono l'identità.

Fondata nel 1158 per volontà di Federico Barbarossa, la città fu ricostruita secondo un impianto planimetrico razionale, con la piazza principale collocata al centro, a svolgere un ruolo simbolico e funzionale nella vita collettiva. Il tessuto urbano ha saputo mantenere nei secoli la propria coerenza formale, integrando progressivamente elementi rinascimentali e barocchi, senza tuttavia perdere l'impronta originaria, grazie anche alla continuità morfologica e materica che caratterizza gli edifici del centro.

PIAZZA DELLA VITTORIA

Cuore pulsante della città, Piazza della Vittoria è una delle poche piazze italiane completamente porticate su tutti e quattro i lati. Di forma rettangolare e orientata secondo l'impianto medievale, la piazza rappresenta un nodo di grande rilevanza storica e sociale. Gli edifici che la delimitano — residenziali e istituzionali — sono caratterizzati da uniformità materica e cromatica, con l'uso prevalente del laterizio e del cotto lombardo. La pavimentazione in pietra enfatizza l'unità dello spazio e ne valorizza la funzione aggregativa.

CATTEDRALE DI SANTA MARIA ASSUNTA

Affacciata sul lato nord della piazza, la Cattedrale di Lodi è un esempio significativo di architettura romanica lombarda. La costruzione ebbe inizio nel 1158, in concomitanza con la fondazione della città, e si protrasse per diversi secoli, integrando elementi gotici e rinascimentali. La facciata a capanna, in otto e pietra, è scandita da lesene e archetti pensili, con un grande rosone centrale. L'interno a tre navate conserva opere di pregio e testimonia la stratificazione storica del complesso.

PALAZZO DEL BROLETTO

Situato accanto al Duomo, il Palazzo del Broletto rappresenta l'antico centro del potere civico. Costruito tra il XII e il XIII secolo, il palazzo si distingue per la sua architettura sobria e funzionale, tipica degli edifici comunali medievali. L'uso del mattone a vista e le aperture ad arco ribassato ne definiscono l'aspetto austero, mentre il loggiato al piano terra garantiva originariamente un collegamento diretto tra spazio pubblico e attività amministrative.

5.7.1.2. CONCEPT PROGETTUALE

Il nuovo impianto di illuminazione per Piazza della Vittoria, la Cattedrale di Santa Maria Assunta, il Campanile e il Palazzo del Broletto rappresenta un intervento di grande rilievo all'interno del programma di riqualificazione dell'illuminazione pubblica del centro storico di Lodi.

L'obiettivo principale è la creazione di **scenari notturni armonici**, capaci di valorizzare il patrimonio architettonico e culturale della città, migliorando al contempo la fruibilità e la sicurezza degli spazi pubblici. La strategia illuminotecnica proposta risponde alle criticità emerse in fase di analisi, proponendo soluzioni che combinano efficienza energetica, qualità percettiva e rispetto del contesto storico-urbanistico.

Alla luce di quanto emerso, gli obiettivi del progetto possono essere così riassunti:

- **installazione di nuovi apparecchi** che mettano in risalto le caratteristiche architettoniche della facciata della Cattedrale, del Campanile, del Palazzo delle architetture civili che si affacciano sulla piazza;
- **sostituzione dei corpi illuminanti obsoleti**, non a LED, con apparecchi di ultima generazione a elevata efficienza luminosa;
- **selezione accurata delle ottiche e delle potenze**, calibrate in funzione delle superfici da illuminare e della loro composizione architettonica;
- **riduzione dei consumi energetici** attraverso l'impiego di sorgenti LED;

- **incremento della sicurezza** e della funzionalità dell'impianto, garantendo una distribuzione della luce uniforme e priva di abbagliamenti.

L'intervento mira a una piena **valorizzazione dei fronti architettonici prospicienti la piazza** e dei principali monumenti storici. In particolare, la facciata della Cattedrale e il suo Campanile — elementi identitari della città — saranno illuminati in modo da emergere anche a distanza, delineandosi nello skyline urbano come punti di riferimento visivi e culturali. La riqualificazione dell'impianto non solo migliorerà la percezione degli spazi durante le ore serali e notturne, ma contribuirà anche alla promozione turistica del centro storico, restituendo alla città un'immagine più coerente, curata e riconoscibile.

Il progetto si integra con le strategie generali di valorizzazione del patrimonio architettonico e si configura come una tappa significativa nel percorso di rigenerazione urbana sostenibile intrapreso dal Comune di Lodi.



Stato di fatto



Modello 3D



Fotosimulazione

Per un maggiore dettaglio si rimanda all'elaborato grafico "PF.MON_01 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE PIAZZA DELLA VITTORIA, CATTEDRALE DI SANTA MARIA ASSUNTA E PALAZZO BROLETTO".

5.7.2. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN FRANCESCO E MONUMENTO A PAOLO GORINI

5.7.2.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

La Piazza Ospitale prende il nome dall'antico ospedale annesso al convento francescano, documentato fin dal XIII secolo. Questo spazio pubblico, oggi raccolto e a prevalente funzione pedonale, rappresenta un importante punto di riferimento nel tessuto cittadino: ospita la monumentale Chiesa di San Francesco, edificio di grande rilevanza storico-artistica, e il Monumento a Paolo Gorini, figura eminente della cultura scientifica ottocentesca.

CHIESA DI SAN FRANCESCO

La Chiesa di San Francesco è uno degli esempi più significativi di architettura gotica religiosa in Lombardia. La sua costruzione iniziò intorno al 1280, per poi proseguire nei decenni successivi come parte di un ampio complesso conventuale affidato ai Frati Minori. L'edificio, interamente realizzato in laterizio, si distingue per la sua facciata semplice e solenne a capanna, segnata da un grande rosone centrale e da tre portali ogivali. L'assetto planimetrico è a tre navate, separate da colonne in cotto con capitelli semplici e volte a crociera che conferiscono all'interno un senso di verticalità e raccoglimento.

Nel corso dei secoli, la chiesa ha subito modifiche e restauri, ma ha mantenuto intatta la sua struttura originaria. Tra le opere custodite al suo interno si segnalano affreschi di scuola lombarda e preziosi arredi lignei. Oltre al valore architettonico, la chiesa riveste un ruolo importante per la comunità locale: è infatti legata alla memoria storica della città e costituisce un punto di riferimento spirituale e culturale.

MONUMENTO A PAOLO GORINI

Situato all'interno di Piazza Ospitale, di fronte alla Chiesa di San Francesco, il Monumento a Paolo Gorini fu realizzato nel 1883 per celebrare il celebre medico, matematico e naturalista lodigiano. Gorini è noto per i suoi studi pionieristici sulla conservazione dei cadaveri e per l'invenzione di tecniche di pietrificazione, che gli valsero notorietà in ambito scientifico sia in Italia che all'estero. Il monumento, opera dello scultore Ambrogio Bolgiani, si presenta come una statua in marmo bianco collocata su un basamento in granito. Il Gorini è ritratto in piedi, con lo sguardo rivolto verso la città, in atteggiamento solenne ma umano, a sottolineare il suo impegno non solo scientifico ma anche civile. Sul basamento è incisa una dedica che ricorda il suo contributo alla scienza e il profondo legame con la città di Lodi. Il monumento è divenuto negli anni non solo un simbolo della memoria storica cittadina, ma anche un luogo di riflessione sul rapporto tra scienza, etica e società.

5.7.2.2. CONCEPT PROGETTUALE

Il nuovo impianto di illuminazione previsto per Piazza Ospitale, la Chiesa di San Francesco e il Monumento a Paolo Gorini costituisce un **intervento strategico di alto valore all'interno del più ampio programma di riqualificazione dell'illuminazione pubblica del centro storico di Lodi**. L'intervento si inserisce in una visione organica di **valorizzazione degli spazi urbani**, che mira a coniugare efficienza energetica, qualità estetico-percettiva e tutela del contesto storico-architettonico.

L'obiettivo principale del progetto è la creazione di scenari notturni armonici e suggestivi, capaci di esaltare la ricchezza architettonica e il significato simbolico dei luoghi, migliorando al contempo la fruizione degli spazi pubblici e il senso di sicurezza per i cittadini e i visitatori. La proposta illuminotecnica è stata sviluppata a partire da un'attenta analisi dello stato di fatto, che ha evidenziato criticità sia sul piano tecnico che su quello percettivo. Le soluzioni individuate rispondono puntualmente a tali esigenze, proponendo un sistema di illuminazione contemporaneo, sostenibile e rispettoso del valore storico dei manufatti coinvolti.

Gli obiettivi specifici dell'intervento possono essere sintetizzati come segue:

- **Sostituzione degli apparecchi** illuminanti installati nel portale strombato della Chiesa di San Francesco, pensati per valorizzare le caratteristiche architettoniche dell'arco strombato di notevole pregio, degli apparecchi illuminati per l'illuminazione del Monumento a Paolo Gorini e quelli stradali per l'illuminazione della Piazza Ospitale;
- **Scelta accurata delle ottiche e delle temperature di colore**, calibrate in funzione delle superfici da illuminare, dei materiali e dei volumi architettonici;
- **Riduzione significativa dei consumi energetici** mediante l'impiego di sorgenti LED ad alta efficienza;
- **Miglioramento della sicurezza** e della fruibilità dell'area attraverso una distribuzione uniforme della luce, priva di abbagliamenti e in grado di garantire un'illuminazione adeguata anche nei percorsi pedonali secondari.

Il progetto prevede una valorizzazione complessiva dei fronti architettonici che si affacciano su Piazza Ospitale, restituendo un'immagine unitaria, ordinata e coerente dell'intero spazio urbano, la messa in risalto del valore estetico e storico della Chiesa e del Monumento a Paolo Gorini. Particolare attenzione è dedicata infatti a questi monumenti, elementi iconici della città, che saranno valorizzati in modo tale da diventare veri e propri riferimenti visivi nello skyline notturno di Lodi. L'intervento rappresenta un contributo significativo anche in termini di promozione turistica e identità urbana, offrendo una nuova percezione del centro storico nelle ore serali, più accogliente e suggestiva. Il progetto si inserisce coerentemente nelle strategie complessive di valorizzazione del patrimonio culturale della città e costituisce una tappa fondamentale nel percorso di rigenerazione urbana sostenibile avviato dall'Amministrazione comunale.



Stato di fatto



Modello 3D



Fotosimulazione

Per un maggiore dettaglio si rimanda all' elaborato grafico "PF.MON_02 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN FRANCESCO E MONUMENTO A PAOLO GORINI".

5.7.3. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CASTELLO VISCONTEO

5.7.3.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

Situato lungo il margine settentrionale del centro storico, il Castello Visconteo di Lodi rappresenta uno degli esempi più compiuti di architettura fortificata lombarda del tardo Medioevo. Edificato a partire dal 1370 per volontà di Barnabò Visconti, il castello si inserisce in un più ampio disegno politico e militare volto al controllo del territorio lodigiano e alla difesa dei confini settentrionali del dominio visconteo. Il complesso si sviluppa secondo un impianto rettangolare regolare, interamente realizzato in laterizio, con fossati, torri e cortine murarie che dialogano tra loro secondo un preciso sistema difensivo integrato.

IL TORRIONE

Posto in corrispondenza dell'angolo nord-occidentale, il torrione cilindrico si innesta organicamente nella struttura del castello, rafforzandone l'assetto difensivo. Progettato per il controllo visivo del territorio e per il presidio degli angoli più vulnerabili del perimetro, il torrione era parte essenziale del sistema di sorveglianza, collegato internamente ai camminamenti di ronda e alle cortine murarie. L'utilizzo di archetti pensili, feritoie e coronamenti merlati evidenzia una coerenza stilistica con la Porta Regale e con l'intero impianto, ribadendo l'unitarietà compositiva del complesso.

LA PORTA REGALE

Accesso principale al castello e fulcro cerimoniale del sistema fortificato, la Porta Regale era collocata in posizione strategica lungo l'asse che collegava il maniero alla città murata. Il suo ruolo non era soltanto funzionale, ma anche fortemente simbolico: qui avveniva l'ingresso delle autorità e degli ospiti illustri, attraverso un sistema di ponte levatoio e avancorpo difensivo perfettamente connesso al circuito murario. Le sue proporzioni e la qualità architettonica, con cornici in cotto e aperture ad arco acuto, ne sottolineano il ruolo di interfaccia tra potere militare e vita cittadina.

La Porta Regale, il torrione e le cortine murarie non sono elementi isolati, ma parti di un unico sistema pensato per difesa, controllo e rappresentanza. Ogni componente dialoga con le altre per funzione, forma e linguaggio costruttivo, restituendo un impianto coerente e integrato. Ancora oggi, nonostante le trasformazioni subite nel tempo, il castello conserva l'impronta originaria del potere visconteo e la capacità di raccontare una visione architettonica unitaria, costituendosi come uno dei più forti simboli identitari della città di Lodi.

5.7.3.2. CONCEPT PROGETTUALE

Il Castello Visconteo di Lodi, situato tra Piazza Castello e Viale Dalamazia, è un edificio storico che ha subito numerose trasformazioni nel corso dei secoli. Attualmente, ospita la sede della Questura di Lodi. L'intervento di illuminazione ha l'obiettivo di **valorizzare l'edificio, rispettando la sua funzione istituzionale** e integrandosi armoniosamente nel contesto urbano circostante.

La strategia progettuale prevede l'installazione di apparecchi luminosi moderni ed efficienti dal punto di vista energetico, con l'obiettivo di migliorare l'illuminazione complessiva del Castello Visconteo e mettere in risalto i dettagli distintivi e gli elementi architettonici del comparto. L'intervento è concepito per garantire una resa luminosa capace di esaltare il valore storico, artistico e culturale del Castello Visconteo, assicurando al tempo stesso una visibilità notturna ottimale e un'integrazione armoniosa nel contesto urbano. Ogni aspetto del progetto è stato pianificato con cura per ottenere un risultato bilanciato e funzionale, che valorizzi tanto il palazzo quanto il paesaggio circostante.

In particolare, il progetto si articola nei seguenti punti chiave:

- Illuminazione appropriata della **Porta Regale**, con l'installazione di due proiettori dedicati a illuminarla, in quanto elemento centrale e simbolico del complesso.
- **Configurazione di un sistema di illuminazione coerente** in quanto, allo stato di fatto, sono presenti numerosi proiettori diversi, orientati in modo disordinato e poco funzionale.

- **Rimozione degli apparecchi ridondanti** e inadeguati, al fine di eliminare sovrapposizioni e migliorare la qualità complessiva dell'illuminazione.

I benefici attesi riguardano molteplici aspetti, sia visivi sia funzionali. L'illuminazione contribuirà a valorizzare i caratteri architettonici del palazzo, rendendolo un punto focale di grande attrazione per cittadini e visitatori, rafforzando al contempo il suo ruolo come simbolo dell'identità storica e culturale di Lodi. Inoltre, il progetto prevede la modernizzazione dell'infrastruttura illuminotecnica, promuovendo un uso più efficiente dell'energia, una riduzione dell'impatto ambientale e una gestione più semplice e sostenibile della manutenzione nel tempo.



Stato di fatto



Modello 3D



Fotosimulazione

Per un maggiore dettaglio si rimanda all'elaborato grafico *"PF.MON_03 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CASTELLO VISCONTEO"*.

5.7.4. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN FILIPPO

5.7.4.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

La Chiesa di San Filippo sorge nel centro storico di Lodi, precisamente nel Corso Umberto I in un'area densa di preesistenze architettoniche e significati simbolici. Il complesso venne edificato a partire dal 1705 su progetto dell'architetto lodigiano Giuseppe Quadrio, per volontà dell'Ordine dei Filippini, che qui insediò la propria casa religiosa. L'intervento si inserisce pienamente nel clima controriformista, volto a promuovere una liturgia partecipata e uno spazio sacro capace di coinvolgere emotivamente i fedeli.

La chiesa è parte integrante di un tessuto urbano compatto e stratificato, lungo Corso Umberto I, una delle arterie principali del centro storico di Lodi, dove si affacciano numerosi edifici religiosi, civili e residenziali. La sua posizione, arretrata rispetto al filo strada, genera **uno spazio di respiro urbano** che funge da sagrato e permette una lettura più distesa della facciata.

La facciata della Chiesa di San Filippo rappresenta **uno degli esempi più eleganti di barocco lombardo in ambito lodigiano**. Essa si articola in due ordini sovrapposti scanditi da lesene corinzie, che conferiscono un ritmo verticale all'intero prospetto. Il primo ordine è caratterizzato da un portale lapideo riccamente decorato, con timpano spezzato e volute laterali, sovrastato da una nicchia centrale contenente la statua di San Filippo Neri.

Il secondo ordine presenta un grande finestrone che illumina l'interno della navata, incorniciata da elementi plastici che accentuano il dinamismo della composizione. Il coronamento della facciata è definito da un timpano curvilineo spezzato, secondo la tipica cifra stilistica barocca, con al centro decorazioni in stucco.

L'apparato decorativo, sobrio ma raffinato, si inserisce armoniosamente nel contesto urbano, contribuendo alla qualità architettonica del corso. La facciata, realizzata in intonaco con inserti lapidei, si distingue per il contrasto tra pieni e vuoti, ombre e luci, che ne esaltano il rilievo scultoreo soprattutto nelle ore serali, suggerendo possibilità interessanti per una valorizzazione illuminotecnica.

5.7.4.2. CONCEPT PROGETTUALE

Il nuovo impianto di illuminazione previsto per la Chiesa di San Filippo si inserisce nel più ampio programma di riqualificazione dell'illuminazione pubblica del centro storico di Lodi, con l'intento di valorizzare il patrimonio architettonico attraverso un **approccio mirato**, rispettoso del contesto urbano e orientato all'efficienza energetica.

Ad oggi, la facciata della Chiesa di San Filippo non è dotata di un'illuminazione specificamente progettata per metterne in risalto il valore architettonico e monumentale: gli unici corpi illuminanti presenti lungo Corso Umberto I sono destinati esclusivamente all'illuminazione stradale. L'intervento proposto intende colmare tale assenza, restituendo visibilità e dignità notturna a un edificio di pregio che, per posizione e caratteristiche formali, merita un ruolo più centrale nel panorama urbano serale. Il progetto prevede l'installazione di due proiettori a parete di nuova generazione, studiati appositamente per l'illuminazione architettuale della facciata. La scelta delle ottiche, delle temperature colore e delle potenze è stata calibrata sulla base di simulazioni illuminotecniche e tiene conto della conformazione materica e stilistica dell'edificio.

Gli obiettivi della strategia progettuale possono essere così definiti in sintesi:

- **installazione di nuovi apparecchi** specificatamente studiati per la valorizzazione del prospetto principale della Chiesa di San Filippo;
- **sostituzione dei corpi illuminanti** obsoleti nell'area all'intorno per l'illuminazione delle strade urbane;
- **selezione accurata delle ottiche e delle potenze**, calibrate in funzione delle superfici da illuminare e della loro composizione architettonica;
- **riduzione dei consumi energetici** attraverso l'impiego di sorgenti LED;
- incremento della sicurezza e della funzionalità dell'impianto, garantendo una distribuzione della luce uniforme e priva di abbagliamenti.

L'intervento mira a una piena valorizzazione dell'edificio ecclesiastico che oggi non presenta un impianto ad esso dedicato. In particolare la facciata della Chiesa sarà illuminata in modo da essere visibile anche a distanza.

Il progetto si integra con le strategie generali di valorizzazione del patrimonio architettonico e si configura come una tappa significativa nel percorso di rigenerazione urbana sostenibile intrapreso dal Comune di Lodi.



Stato di fatto



Modello 3D



Fotosimulazione

Per un maggiore dettaglio si rimanda all' elaborato grafico *"PF.MON_04 – ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN FILIPPO"*.

5.7.5. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SANTA MARIA DELLE GRAZIE

5.7.5.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

La Chiesa della Madonna delle Grazie si trova poco fuori dal centro storico di Lodi, lungo la via Emilia. Venne costruita tra il 1590 e il 1596 per volontà dei frati Cappuccini, insediatisi in città nel 1579. L'edificio è legato alla devozione mariana e alla presenza di un affresco miracoloso della Vergine, già venerato in loco prima della realizzazione della chiesa.

La chiesa presenta una semplice facciata in cotto, in stile tardo-rinascimentale, con un impianto a navata unica e cappelle laterali. All'interno, conserva decorazioni barocche e importanti dipinti, tra cui opere di scuola lombarda del XVII secolo. Adiacente si trova l'ex convento dei Cappuccini, oggi sede del Museo della Stampa e di spazi culturali.

5.7.5.2. CONCEPT PROGETTUALE

Nella Chiesa di Santa Maria delle Grazie a Lodi è previsto un intervento di valorizzazione illuminotecnica, l'obiettivo è mettere in risalto la facciata e i dettagli architettonici principali, migliorando al contempo la fruizione serale e la percezione del sito storico-religioso.



Stato di fatto



Fotosimulazione

5.7.6. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN ROCCO

5.7.6.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

La Chiesa di San Rocco sorge in una posizione centrale a Lodi e venne edificata nel XVI secolo come ex voto in occasione delle pestilenze. Intitolata al santo protettore degli appestati, presenta una sobria facciata in laterizio e un interno ad aula unica, caratterizzato da una decorazione semplice ma armoniosa. Nel corso dei secoli ha subito vari interventi di restauro, mantenendo però intatto il suo valore storico e devozionale.

5.7.6.2. CONCEPT PROGETTUALE

Per migliorare la valorizzazione architettonica e l'efficienza energetica dell'impianto esistente, si prevede la sostituzione degli apparecchi di illuminazione con soluzioni di ultima generazione. L'intervento consentirà una resa luminosa più performante, con una luce calibrata per esaltare i volumi della facciata senza alterarne la percezione.



Stato di fatto



Fotosimulazione

5.7.7. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SANTA MARIA MADDALENA

5.7.7.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

La Chiesa di Santa Maria Maddalena, situata nel centro storico di Lodi, fu costruita nel XVIII secolo sui resti di un edificio religioso più antico. La facciata, di gusto tardo-barocco, è caratterizzata da eleganti lesene, volute e decorazioni in stucco che ne arricchiscono la composizione. L'interno, a navata unica, custodisce opere d'arte di rilievo e conserva un forte legame con la tradizione devozionale della città.

5.7.7.2. CONCEPT PROGETTUALE

L'intervento prevede la **sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti con soluzioni di nuova generazione**. L'obiettivo è valorizzare la facciata barocca della chiesa, evidenziandone i dettagli architettonici attraverso un'illuminazione studiata, efficiente e rispettosa del contesto storico in cui sorge.



Stato di fatto



Fotosimulazione

5.7.8. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE CHIESA DI SAN BASSIANO

5.7.8.1. INDAGINE STORICO ARTISTICA

La Chiesa di San Bassiano, situata nel cuore di Lodi, è uno degli edifici religiosi più antichi della città. Le sue origini risalgono al periodo medievale, anche se l'attuale aspetto è frutto di rimaneggiamenti successivi. L'architettura sobria e solenne richiama lo stile romanico-lombardo, con una facciata in mattoni a vista e pochi elementi decorativi, che ne sottolineano il carattere austero e spirituale.

5.7.8.2. CONCEPT PROGETTUALE

L'intervento prevede la **sostituzione dell'apparecchio di illuminazione esistente con una soluzione di nuova generazione**. La nuova illuminazione sarà mirata a valorizzare la facciata, migliorando la qualità percettiva notturna e garantendo al contempo maggiore efficienza energetica e rispetto per l'identità architettonica del luogo.



Stato di fatto



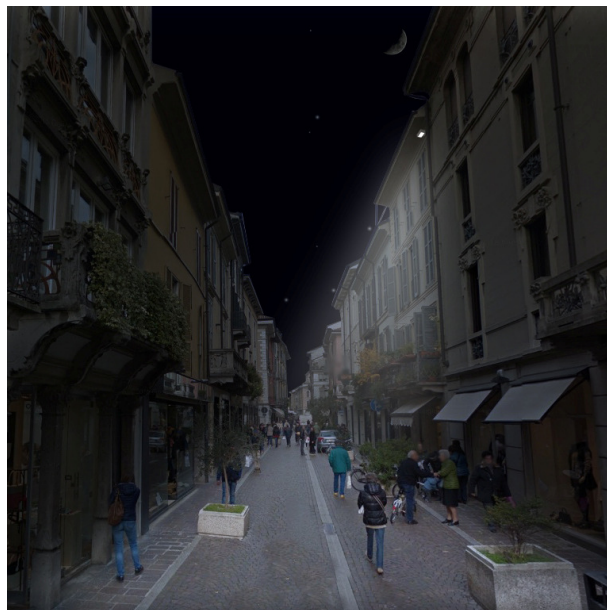
Fotosimulazione

5.7.9. RIQUALIFICAZIONE URBANA CENTRO STORICO

L'intervento di riqualificazione del centro storico di Lodi punta a trasformare l'immagine della città attraverso un approccio mirato e stilisticamente coerente. Il fulcro di questa operazione è l'installazione di un'unica tipologia di arredo urbano: il modello **Hulla del marchio GMR**. Questa scelta non è casuale, ma strategica. L'utilizzo di un design uniforme garantisce un'estetica armonizzata e raffinata, elevando la percezione complessiva del centro storico e creando un senso di ordine e unità visiva. L'omogeneità stilistica, infatti, permette di superare la frammentazione tipica di arredi eterogenei, contribuendo a valorizzare gli edifici storici e a disegnare percorsi visivi chiari e piacevoli per residenti e visitatori.

Parallelamente, l'intervento prevede la **rimozione delle tesate esistenti**, spesso percepite come elementi di disturbo visivo, per fare spazio all'installazione a parete degli stessi **apparecchi Hulla**. Questa soluzione non solo libera lo spazio aereo, ma integra l'illuminazione e gli altri elementi funzionali in modo discreto ed elegante, mantenendo la coerenza stilistica e massimizzando l'impatto estetico dell'arredo urbano. La scelta di un'unica tipologia di arredo urbano come il modello Hulla di GMR, quindi, non è solo una questione di design, ma un investimento nella valorizzazione del patrimonio storico e culturale di Lodi, garantendo un'immagine coordinata, pulita e decisamente più accogliente.

I nuovi apparecchi installati nel centro storico saranno dotati di una temperatura di colore di **2200 K**, studiata appositamente per esaltare il pregio architettonico e storico dell'area, garantendo al contempo un'illuminazione confortevole e rispettosa del contesto urbano.



Centro Storico: Esempio di riqualificazione tramite rimozione delle tesate

5.8. AMPLIAMENTO E COMPLETAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE A SERVIZIO DELLA PISTA CICLABILE

Il progetto prevede l'ampliamento e il completamento dell'impianto di illuminazione a servizio della pista ciclabile lungo la Strada Provinciale 235. L'intervento nasce dall'esigenza di migliorare la fruibilità e la sicurezza della pista ciclabile nelle ore notturne, garantendo una copertura luminosa continua, omogenea ed efficiente.

Attualmente, lungo il tratto oggetto di intervento risultano già installati **15 pali con relativi apparecchi di illuminazione**, i quali costituiscono un primo lotto funzionale dell'impianto. Il progetto prevede il **completamento dell'impianto mediante l'installazione di ulteriori 42 punti luce**, per un totale complessivo di **57 punti di illuminazione**. Per assicurare **coerenza estetica e prestazionale** su tutta la pista, **anche i 15 dispositivi esistenti verranno sostituiti con nuovi apparecchi**, identici a quelli previsti per i punti luce aggiuntivi.

Questa soluzione consente di realizzare un impianto perfettamente integrato sotto il profilo tecnico e visivo, con benefici tangibili in termini di gestione, manutenzione e percezione da parte degli utenti. L'intervento contribuirà in modo significativo al miglioramento del comfort e della sicurezza per pedoni e ciclisti.

Di seguito gli interventi previsti:

- Sostituzione di n. 15 apparecchi illuminanti esistenti con nuovi dispositivi ad alta efficienza;
- Installazione di n. 42 nuovi corpi illuminanti;
- Posa di n. 42 nuovi sostegni per l'illuminazione;
- Realizzazione di n. 42 plinti e relativi pozzetti di fondazione;
- Fornitura e posa di n. 42 derivazioni dalla linea dorsale, mediante giunzione in gel;
- Realizzazione di 1.200 metri di nuova linea elettrica interrata (configurazione 1x2);
- Esecuzione di 600 metri di scavo per la posa di nuovo cavidotto.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato economico *"PF.CME – COMPUTO METRICO ESTIMATIVO"* e agli elaborati grafici *"PF.SDP – TAVOLA DELLO STATO DI PROGETTO: DISTRIBUZIONE CORPI ILLUMINANTI E LANTERNE SEMAFORICHE"* e *"PF.AN: TAVOLA DELLO STATO DI PROGETTO – ADEGUAMENTO NORMATIVO"*.

5.9. LUMINARIE

Il progetto prevede un servizio **completo di noleggio, installazione e smontaggio** delle luminarie natalizie, con **accensione programmata indicativamente dal fine novembre fino alla metà di gennaio**. L'intervento è finalizzato a valorizzare l'identità storica, culturale e architettonica della città di Lodi, attraverso soluzioni luminose scenografiche, a basso impatto energetico e pienamente conformi alla normativa vigente. Il servizio comprende:

- la **fornitura a noleggio** delle luminarie, come meglio specificato nel punto successivo della documentazione;
- la **manodopera specializzata** per il montaggio, l'assistenza durante l'esercizio e la rimozione al termine del periodo;
- l'impiego di **piattaforme aeree e attrezzature conformi alla normativa vigente**, necessarie per l'esecuzione in sicurezza degli allestimenti;
- un **servizio di manutenzione attivo h24, 7 giorni su 7**, a partire dall'installazione e fino alla rimozione definitiva;
- la **disponibilità a interventi tempestivi** in caso di malfunzionamenti, caduta di corpi illuminanti o altre criticità;
- la **predisposizione della documentazione tecnica completa**, comprensiva della **dichiarazione di conformità degli impianti** ai sensi del D.M. 37/2008 e s.m.i.;
- la **dichiarazione statica** ai sensi delle NTC 2008 e s.m.i. relativa alla **resistenza al vento dell'albero di Natale installato in Piazza della Vittoria**.

All'interno degli interventi migliorativi, è prevista la fornitura e installazione di prese aeree per allacci temporanei sui pali della pubblica illuminazione. Questi dispositivi, progettati per l'alimentazione provvisoria, semplificano e velocizzano il montaggio delle luminarie lungo gli assi principali di ingresso alla città e nelle vie commerciali.

Vantaggi dell'intervento:

- **Efficienza operativa:** collegamenti rapidi e sicuri, senza manomissioni dell'impianto esistente;
- **Sicurezza elettrica:** conformità alle normative UNI EN 40 e UNI 11248, protezione da sovraccarichi e corto circuiti;
- **Flessibilità d'uso:** riutilizzabili per eventi pubblici futuri (fiere, manifestazioni, eventi sportivi);
- **Impatto estetico positivo:** integrazione discreta con l'arredo urbano, preservando il decoro cittadino;
- **Ottimizzazione dei costi:** riduzione delle spese di installazione per gli anni successivi.

Il posizionamento delle prese sarà definito tramite **sopralluogo tecnico**, compatibilmente con le caratteristiche morfologiche degli impianti esistenti e in accordo con l'Amministrazione comunale.

Le installazioni previste delle luminarie interessano diverse zone della città, tra cui:

- **Illuminazione dei tronchi degli alberi** lungo l'asse da Piazza Castello alla Stazione FS e nel primo tratto di Corso Mazzini;
- **Alberi ornamentali** in varie aree pubbliche;
- **Albero di Natale in Piazza della Vittoria;**
- **Facciata del Broletto su Piazza della Vittoria;**
- **Facciata del Broletto su Corso Umberto I;**
- **Cortile interno del Palazzo Broletto;**
- **Piazza Barzaghi;**
- **Arco di Piazza Cremona;**
- **Principali vie urbane del centro storico.**

Oltre alle aree sopra menzionate, si propone l'installazione di nuove luminarie nelle zone di seguito elencate:

- **Area della Chiesa di San Gualtiero;**
- **Area della Parrocchia di Santa Francesca Cabrini**
- **Area della Chiesa di Santa Maria Addolorata;**
- **Area della Chiesa di Sant'Alberto;**
- **Area della Chiesa di Sant'Agnese.**
- **Area della Chiesa dei Santi Bassiano e Fereolo;**
- **Area della Chiesa di Rodabello (Viale Europa);**
- **Parco Pubblico di Via Maestri del Lavoro;**
- **Area della Chiesa di San Bernardo;**
- **Area della Chiesa di Santa Margherita di Antiochia in Frazione Olmo;**

L'intervento è pensato per valorizzare l'identità storica e architettonica del centro cittadino, con soluzioni scenografiche a basso impatto energetico e pienamente conformi alla normativa vigente.

Si precisa che le posizioni verranno poi concordate in fase esecutiva con l'Amministrazione.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico "*PF.LUM – Luminarie*".

5.10. GREEN WAY

Il Comune di Lodi ha avviato un ambizioso intervento di riqualificazione urbana denominato “**Green Way**”, finalizzato alla realizzazione di un **percorso ciclo-pedonale ad anello**, lungo circa 20 km, capace di connettere tra loro i principali parchi e spazi verdi della città. L’iniziativa, finanziata nell’ambito dei progetti emblematici territoriali, mira a promuovere la mobilità sostenibile e la fruizione del patrimonio ambientale, ponendo attenzione alla rigenerazione urbana, alla valorizzazione paesaggistica e al coinvolgimento attivo della cittadinanza.

La Green Way non sarà solo un’infrastruttura per la mobilità dolce, ma diventerà un vero e proprio corridoio ecologico e culturale, capace di restituire continuità agli spazi verdi urbani e di incrementarne la fruibilità in sicurezza.

In coerenza con gli obiettivi espressi dall’Amministrazione Comunale, il presente progetto di riqualificazione dell’illuminazione pubblica prevede specifici interventi di integrazione lungo i tratti interessati dalla futura realizzazione delle piste ciclopedonali. In tali aree l’impianto sarà adeguatamente dimensionato per garantire livelli illuminotecnici conformi alle normative vigenti, con apparecchi ad alta efficienza energetica e ottiche dedicate per il contenimento della dispersione luminosa. L’inserimento di corpi illuminanti lungo la Green Way consentirà di incrementarne la sicurezza e l’accessibilità nelle ore serali e notturne, valorizzando al tempo stesso il carattere ambientale e sostenibile dell’intervento.

L’articolazione degli interventi, definita specificamente per ciascun ambito di intervento, prevede l’impiego combinato dei seguenti approcci progettuali, calibrati sulle caratteristiche del luogo e sugli obiettivi di fruizione:

- **Adozione della tecnologia *Tunable White*:** La tecnologia *Tunable White* consente di regolare la temperatura di colore della luce emessa dagli apparecchi lungo un range prestabilito (ad esempio dal bianco caldo al bianco neutro). In questo modo è possibile adattare l’illuminazione alle diverse condizioni ambientali e alle funzioni d’uso dello spazio: tonalità più calde e accoglienti per le ore serali e notturne nei contesti di pregio storico o naturalistico; tonalità più neutre e brillanti in situazioni che richiedono maggiore visibilità e percezione di sicurezza. Questa flessibilità permette di coniugare comfort visivo, valorizzazione paesaggistica e riduzione dell’impatto luminoso.
- **Utilizzo dell’illuminazione dinamica mediante sensori di presenza:** L’integrazione di sensori di presenza e movimento consente di modulare automaticamente il livello di illuminamento in funzione dell’effettivo utilizzo delle aree. In condizioni di assenza di passaggio, la luce viene mantenuta a un livello minimo di sicurezza, riducendo i consumi energetici e l’inquinamento luminoso; al sopraggiungere di pedoni o ciclisti, l’illuminazione si intensifica in modo graduale e uniforme, garantendo comfort visivo e sicurezza del transito. Questo approccio, oltre a massimizzare l’efficienza energetica, valorizza l’immagine della Green Way come infrastruttura innovativa e pienamente sostenibile.
- **Punti luce dotati di telecontrollo punto-punto:** I nuovi apparecchi saranno equipaggiati con sistemi di telecontrollo punto-punto, che consentono di monitorare e gestire ogni singolo punto luce da remoto. Questa tecnologia permette di regolare orari di accensione e dimmerazione, verificare in tempo reale eventuali guasti o anomalie e raccogliere dati sui consumi energetici effettivi. L’adozione del telecontrollo garantisce quindi una gestione più efficiente e flessibile dell’impianto, riducendo i costi di manutenzione e ottimizzando i livelli di illuminazione in funzione delle reali esigenze operative.

Il sistema illuminotecnico previsto per ciascun parco è progettato per garantire efficienza, flessibilità e gestione avanzata dei punti luce, con una configurazione modulare adattabile alle caratteristiche di ciascun spazio verde.

Nello specifico l’offerente per la gestione delle varie aree prevede l’installazione in ogni area di un **BOX TAI a sostegno** dotato di:

- n. **2 sensore XT** nella parte inferiore, dedicato alla rilevazione di pedoni e ciclisti;
- n. **1 sensore master RF** nella parte superiore, che comunica con i nodi installati sui singoli punti luce;
- n. **1 modulo Mio Cloud**, per la gestione e il monitoraggio punto-punto dell’intero impianto.

Ogni singolo apparecchio sarà dotato di **un nodo Lisa RF**, con predisposizione alla tecnologia **Tunable White**, permettendo la regolazione della temperatura di colore in funzione delle esigenze di illuminazione e della fruizione degli spazi.

Questa configurazione consente un controllo centralizzato e una gestione dinamica dell'illuminazione, ottimizzando consumi energetici, sicurezza e comfort visivo lungo i percorsi ciclo-pedonali.

In coerenza con quanto sopra descritto, per ciascun ambito di intervento sono stati individuati gli apparecchi e le soluzioni tecnologiche da adottare. Di seguito si riportano gli interventi previsti e le relative quantità:

SITO	INTERVENTO PROPOSTO	QUANTITA'
01- Pulignano – Parco Rurale	Installazione di nuovi apparecchi LED con nodi LISA RF con predisposizione Tunable White	19
	Installazione di BOX TAI per gestione nodi e sensori	2
	Installazione di nuovi sostegni, compresi di plinto e pozzetto	19
	Realizzazione di scavo e nuovo cavidotto	440m
	Realizzazione di nuova linea interrata	440m

SITO	INTERVENTO PROPOSTO	QUANTITA'
02- Spina Verde – Prati liberi	Installazione di nuovi apparecchi LED con nodi LISA RF con predisposizione Tunable White	8
	Installazione di BOX TAI per gestione nodi e sensori	2
	Installazione di nuovi sostegni, compresi di plinto e pozzetto	8
	Realizzazione di scavo e nuovo cavidotto	150m
	Realizzazione di nuova linea interrata	150m

SITO	INTERVENTO PROPOSTO	QUANTITA'
03- Isola Carolina – Parco dei saperi	Installazione di nuovi apparecchi LED con nodi LISA RF con predisposizione Tunable White	16
	Installazione di BOX TAI per gestione nodi e sensori	2
	Sostituzione di apparecchi LED con nodi LISA RF con predisposizione Tunable White	11
	Installazione di nuovi sostegni, compresi di plinto e pozzetto	16
	Realizzazione di scavo e nuovo cavidotto	345m
	Realizzazione di nuova linea interrata	345m

SITO	INTERVENTO PROPOSTO	QUANTITA'
04- Isolabella – Parco della biodiversità	Installazione di nuovi apparecchi LED con nodi LISA RF con predisposizione Tunable White	17
	Installazione di BOX TAI per gestione nodi e sensori	4
	Installazione di nuovi sostegni, compresi di plinto e pozzetto	17
	Realizzazione di scavo e nuovo cavidotto	375m
	Realizzazione di nuova linea interrata	375m

SITO	INTERVENTO PROPOSTO	QUANTITA'
05- Villa Braila – Parco della Bellezza	Installazione di nuovi apparecchi LED con nodi LISA RF con predisposizione Tunable White	6
	Installazione di BOX TAI per gestione nodi e sensori	2
	Installazione di nuovi sostegni, compresi di plinto e pozzetto	6
	Realizzazione di scavo e nuovo cavidotto	140m
	Realizzazione di nuova linea interrata	140m

SITO	INTERVENTO PROPOSTO	QUANTITA'
06- Caselle – Parco dello sport	Installazione di nuovi apparecchi LED con nodi LISA RF con predisposizione Tunable White	19
	Installazione di BOX TAI per gestione nodi e sensori	3
	Installazione di nuovi sostegni, compresi di plinto e pozzetto	19
	Realizzazione di scavo e nuovo cavidotto	445m
	Realizzazione di nuova linea interrata	445m

I nuovi punti luce verranno allacciati ai quadri elettrici già esistenti, così da ottimizzare le infrastrutture presenti e garantire una gestione semplificata dell'impianto.

Tali interventi saranno definiti congiuntamente con l'Amministrazione in fase esecutiva, nel rispetto delle esigenze locali e delle caratteristiche specifiche del contesto, garantendo soluzioni sostenibili e coerenti con la visione progettuale complessiva.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico "PF.GW – Green Way".

5.11. ATTRAVERSAMENTI PEDONALI

L'illuminazione degli attraversamenti pedonali ha acquisito, negli ultimi anni, un'importanza crescente; studi condotti hanno infatti rilevato la correlazione tra numero di incidenti stradali e attraversamenti pedonali scarsamente segnalati e non in sicurezza. **L'illuminazione dei passaggi pedonali risulta quindi un punto critico dell'ambiente urbano**, e, in effetti, in condizioni di scarsa visibilità il pedone non percepisce correttamente la velocità e la distanza dai veicoli e può non essere identificato con facilità da parte dell'automobilista.

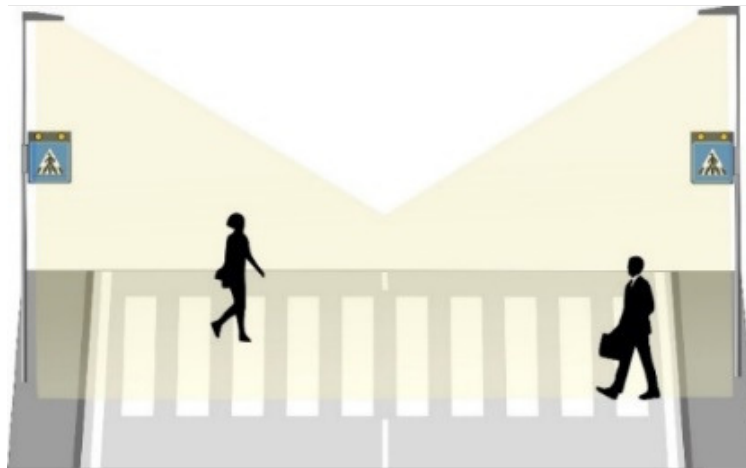
Una corretta illuminazione prevede, invece, che sia garantita perfetta visibilità sia per il pedone che per l'automobilista assicurando la percezione di ostacoli sulla carreggiata in tempo utile all'arresto ed evitando condizioni di abbagliamento che possano ridurre le prestazioni visive.

Il presente progetto prevede la realizzazione di 15 nuovi attraversamenti pedonali illuminati, la cui ubicazione sarà concordata con l'Amministrazione comunale in funzione delle effettive esigenze e delle priorità individuate nelle successive fasi progettuali.

Si specifica che per ciascun attraversamento si procederà come segue:

- Su carreggiate a corsia singola, l'installazione prevede un sostegno, completo di un apparecchio di illuminazione e una tabella di segnalazione.
- Su carreggiate a doppia corsia, verranno installati due sostegni, ciascuno dotato di un apparecchio e una tabella, al fine di garantire visibilità e sicurezza da entrambi i lati

Gli attraversamenti saranno realizzati in conformità alla Norma UNI/TS 11726.



Il sistema, in questo modo, risulta efficace per aumentare l'attenzione degli utenti della strada nei riguardi del pedone incrementando l'illuminamento dell'area di attraversamento.

Si rammenta, infine, che gli attraversamenti pedonali sono stati progettati nel pieno rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme, leggi e regolamenti di riferimento e di seguito riportate:

Codice della Strada D.Lgs. 285/1992, DPR 495/92 aggiornato con D.Lgs. 150/2011 e Legge 183/2011;

- UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali";
- UNI EN 13201-3:2016 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle Prestazioni";
- UNI EN 13201-4:2016 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di Misurazione delle Prestazioni Fotometriche".
- UNI/TS 11726 "Progettazione illuminotecnica degli attraversamenti pedonali".

Nello specifico la zona nell'intorno dell'attraversamento pedonale, per essere correttamente inquadrata al fine di un'illuminazione efficace, è suddivisa in varie aree, più o meno critiche, come si evidenzia nel grafico seguente:

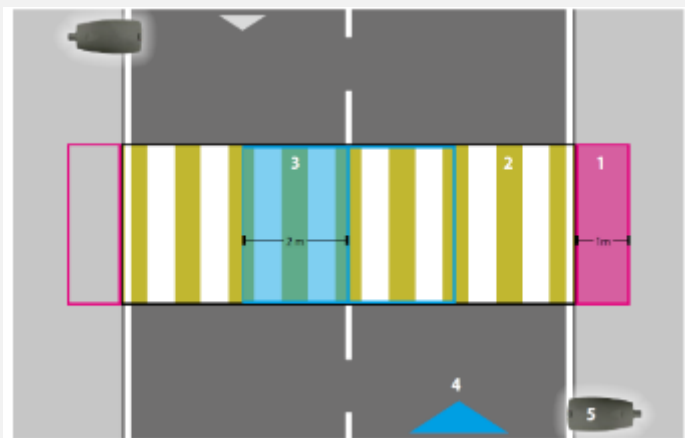
Zona 1: area di attesa; tratto adiacente alla carreggiata ove il pedone staziona in attesa di attraversare la strada

Zona 2: area di attraversamento, è l'area trasversale alla carreggiata dedicata all'attraversamento

Zona 3: zona di presa in carico, quest'area è presente negli attraversamenti su carreggiata a doppio senso di marcia ed è quell'area nella corsia con senso di marcia opposto a quello preso come riferimento, ove il pedone in movimento deve essere visto

Zona 4: corsia di marcia

Zona 5: corpo illuminante



Le zone da illuminare sono le n.1, n.2 e n.3, con maggiore intensità nella n.3 che è quella più critica. Gli attraversamenti pedonali saranno quindi dotati di apparecchi con un'ottica dedicata che consentirà l'illuminazione come da normative.

L'intervento previsto apporterà benefici in diversi ambiti, quali l'efficienza energetica, la sicurezza funzionale e il riuso/riciclo dei materiali, come illustrato nella tabella seguente, che riassume anche le caratteristiche tecniche dei dispositivi impiegati.

Di seguito tabelle riassuntive degli aspetti tecnici.

ATTRAVERSAMENTO PEDONALE DETA (O EQUIVALENTE)



Le caratteristiche principali del sistema sono:

- struttura realizzata con componenti durevoli, testati per garantire massima efficienza nel tempo;
- 50.000 ore di funzionamento garantite con minima manutenzione;
- protezione avanzata contro cortocircuiti, sovraccarichi e surriscaldamento, per un utilizzo affidabile e continuo;
- tipologia di illuminazione LED dimmerabili con regolazione 50%-100%;
- segnaletica luminosa garantita da tabelle pedonali retroilluminate 60x60 cm con lampeggiatori LED Ø100 mm gialli, costruite con alluminio anodizzato e lastre in plexiglass;
- intervallo di temperatura -30°C / +50°C.

Si riportano di seguito le fotomisimulazioni degli attraversamenti pedonali. Resta inteso che la posizione sarà da concordare con l'Amministrazione in fase esecutiva.



Fotosimulazione Istituto Volta



Fotosimulazione Biblioteca di Villa Braila



Fotosimulazione Ospedale



Fotosimulazione Ospedale



Fotosimulazione Parco Isola Carolina



Fotosimulazione Piazzale Medaglie d'Oro



Fotosimulazione Porta Cremonese



Fotosimulazione Scuola Elementare Barzaghi



Fotosimulazione Stazione dei Treni



Fotosimulazione Piazza del Castello



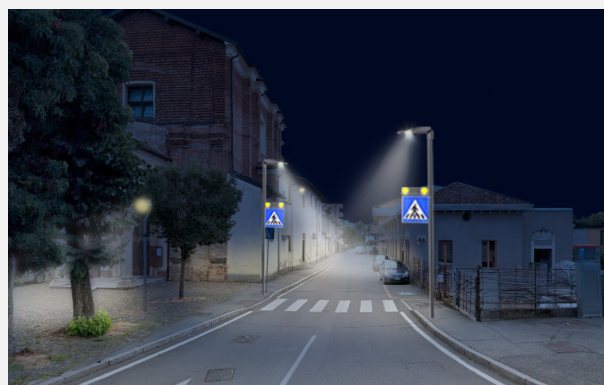
Fotosimulazione Chiesa di Sant'Alberto



Fotosimulazione Scuola Elementare "F. Cabrini"



Fotosimulazione Scuola Media Cazzaluni



Fotosimulazione Chiesa dei Santi Bassiano e Fereolo



Fotosimulazione Passeggiata Virginia Stephen Woolf

Si specifica inoltre che i fotoinserti hanno **funzione puramente illustrativa ed esemplificativa** e, come indicato chiaramente nell'elaborato dedicato, **non costituiscono rappresentazione tecnica vincolante**, bensì uno **strumento comunicativo** utile a rappresentare l'effetto atteso dell'intervento nel contesto urbano.

Tutti i nuovi fotoinserti allegati sono stati pertanto **realizzati nel rispetto delle indicazioni tecniche contenute nella UNI/TS 11726**, sia in termini di esposizione visiva, che di proporzioni e ambientazione luminosa.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico *"PF.APL – Attraversamenti pedonali"*.

5.12. INTERVENTI LEGATI AL CONCETTO DI SMART CITY

Una **Smart City** (o Città Intelligente) è un'area urbana in cui, grazie all'utilizzo delle tecnologie digitali e, più in generale, dell'innovazione tecnologica, è **possibile ottimizzare e migliorare le infrastrutture e i servizi ai cittadini rendendoli più efficienti**. In particolare, **la città intelligente può essere scomposta in quattro livelli** tra loro collegati e interconnessi:

- **Livello 1 Infrastrutture e reti:** le fondamenta su cui si basano tutti i servizi e le attività della smart city. È il layer delle reti, delle infrastrutture e delle dotazioni tecnologiche abilitanti per la costruzione di una città intelligente come trasporti, telecomunicazioni, energia;
- **Livello 2 Sensoristica e IoT per la smart city:** le reti di sensori e i dispositivi IoT necessari per raccogliere e analizzare i big data della città riguardanti l'ambiente (aria, acqua...), il comportamento degli utenti e lo stato delle infrastrutture in modo di poter attivare una gestione e manutenzione da remoto;
- **Livello 3 Service Delivery Platform:** la piattaforma di delivery dei servizi deve essere in grado di elaborare e valorizzare i big data del territorio generati dagli altri strati per migliorare i servizi esistenti e crearne di nuovi. Deve agire come una specie di "centrale operativa";
- **Livello 4 Applicazioni e servizi delle smart cities:** la creazione di servizi a valore aggiunto per i cittadini tramite applicativi mobile e web, punto di contatto con gli utenti finali. In questa sfera rientrano tutti gli aspetti legati a sanità, turismo, mobilità e government (es. sistemi di identificazione) che devono necessariamente innestarsi e integrarsi con gli altri tre livelli.

La creazione di un'infrastruttura flessibile e scalabile abilitata al sensing è capace di acquisire capillarmente e in tempo reale potenzialmente migliaia di informazioni dal territorio urbano, elaborarle e metterle a disposizione di chi amministra e gestisce i servizi alla cittadinanza tramite una piattaforma unica. **L'infrastruttura così progettata:**

- **è future proof** utilizzando tecnologie interoperabili a standard aperto assicura di poter supportare in futuro qualsiasi oggetto, tecnologia o protocollo di comunicazione;
- **integra narrowband e broadband** per potere soddisfare le varie esigenze dei diversi servizi urbani e applicazioni. La banda stretta supporta tutte le applicazioni basate su sensori, mentre la banda larga supporta le applicazioni più esigenti in termini di raccolta dati, la videosorveglianza ed il WiFi pubblico.

Grazie alla scalabilità del sistema, attraverso le interfacce disponibili a livello punto luce e la piattaforma unica, sarà possibile elaborare e trasmettere alla cittadinanza diverse tipologie di dati, in funzione dei possibili moduli di espansione, quali ad esempio:

- misurazione qualità dell'aria;
- videosorveglianza;
- gestione e monitoraggio spazi liberi nei parcheggi;
- gestione impianti semaforici, controllo traffico.

Gli strumenti offerti dalle tecnologie Internet of Things applicati al contesto della smart city e qui proposti sono funzionali al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità sociale, economica e ambientale promossi dalle politiche di Green Deal Europeo e contribuiscono fattivamente al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals*) dell'agenda ONU 2030, come si evince dalla tabella sottostante inerente i soli interventi oggetto dell'offerta:

GOAL		INTERVENTO
7 ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE	9 IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE	Telecontrollo da quadro
3 SALUTE E BENESSERE	9 IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE	Puntali multiservizio Genius
9 IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE	11 CITTÀ COMUNITÀ E SOSTENIBILI	Web App In Comune

Tabella 26 – Interventi in chiave SDGs

Di seguito si illustrano nel dettaglio gli interventi proposti legati al concetto di smart city.

5.12.1. TELECONTROLLO DA QUADRO



Il sistema di telecontrollo da quadro previsto si compone di una centralina all'interno del quadro elettrico di comando.

Tale dispositivo ha lo scopo di monitorare i dati di consumo e funzionamento dell'impianto di illuminazione pubblica e risulta

fondamentale per tenere sotto controllo il corretto funzionamento del servizio stesso.

Il sistema, così come descritto, permetterà di effettuare statistiche, selezionare dati, ricevere allarmi di malfunzionamenti, gestire interventi straordinari sugli interruttori, ecc.

Il vantaggio immediato di queste soluzioni consiste nel poter disporre da remoto dei parametri di funzionamento dei dispositivi e quindi evitare l'ispezione degli impianti attraverso

personale dedicato.

Le principali caratteristiche sono:

- raccolta, elaborazione e memorizzazione delle informazioni e delle segnalazioni a livello quadro (e lampada – implementabile) provenienti dai moduli periferici;
- possibile svolgimento di funzioni di concentratore di quadro per il telecontrollo punto-punto;
- possibile interfacciamento con controllori, software di terze parti e dispositivi IOT (Internet of Things, dispositivi in grado di comunicare su rete internet);
- in grado di comunicare con apposito software di gestione per la mostra e l'elaborazione dei dati che arrivano dal campo;

Le sue funzioni principali sono:

- gestire le comunicazioni con i dispositivi di quadro periferici (via CAN BUS, RS485, RS232, USB, ETHERNET);
- reperire le informazioni dai dispositivi periferici gestendone opportunamente i dati (es: Wattmetri);
- gestire tutti gli ingressi e le uscite locali;
- controllare lo stato della rete di alimentazione e rilevare l'assenza rete, batteria scarica e/o insufficiente;
- controllare gli eventi a livello armadio e rilevare: attivazione/disattivazione ingressi, presenza/assenza tensione (su max 48 linee monofase di alimentazione), anomalia dei moduli collegati;
- attivare chiamate d'emergenza a seguito di eventi e segnalazioni di campo;
- programmare cicli di comando ON/OFF/Dimming in base all'orologio astronomico e 32 timer settimanali.

La proposta prevede l'installazione di n. 233 dispositivi di telecontrollo da quadro.

5.12.2. PUNTALI MULTISERVIZIO

Tra le infrastrutture chiave che supportano la transizione verso la Smart City troviamo i dispositivi integrati multi-servizio, come i **puntali Genius prodotti da GMR Smart Way**. Si tratta di strutture verticali modulari e tecnologicamente avanzate, progettate per coniugare funzionalità intelligenti e design urbano, capaci di ospitare sensori, telecamere, punti di ricarica, illuminazione e connettività, in un unico oggetto dall'alto valore estetico e funzionale.

Il Genius System è stato ideato per evitare soluzioni installative che prevedono il sovraffollamento dei pali di arredo urbano.

Con un singolo elemento, sfruttato in modo intelligente, si possono ottenere molteplici benefici che non compromettono l'estetica generale.

I puntali si inseriscono armoniosamente nel paesaggio urbano, grazie al loro design sobrio ed elegante, che valorizza lo spazio pubblico senza invaderlo. Realizzati con materiali durevoli, dal profilo lineare e integrabile in contesti sia moderni che storici, i Genius rappresentano un nuovo standard per le dotazioni delle smart city, con un'attenzione particolare anche alla sostenibilità dell'oggetto stesso, grazie all'uso di materiali riciclabili e componenti a basso consumo.

Il progetto prevede l'installazione di **10 puntali Genius** in aree strategiche del tessuto urbano, al fine di:

- migliorare il monitoraggio del traffico e la sicurezza stradale;
- fornire servizi smart alla cittadinanza;
- raccogliere dati ambientali per una migliore pianificazione urbana;
- promuovere la mobilità sostenibile e la digitalizzazione dei servizi.

La forza dei Puntali Genius è rendere funzionali infrastrutture già esistenti, per poter creare un ecosistema smart che non vada ad intaccare l'atmosfera dell'ambiente di installazione. Questi possono assolvere differenti funzioni, ad esempio la video sorveglianza, la connettività o rilevamenti meteorologici.

Il **Puntale Genius** è una vera e propria infrastruttura urbana intelligente, capace di integrare e rendere operative una serie di **moduli AI evoluti**, progettati per potenziare la sicurezza, l'efficienza e la sostenibilità delle città.





Viene proposto l'installazione di 10 puntali Genius, complessivamente dotati di 22 telecamere. Ciascuna telecamera potrà essere configurata con una specifica applicazione a scelta dell'Amministrazione Comunale, per attivare servizi personalizzati. La gestione di tutti i dispositivi e servizi avverrà tramite l'infrastruttura digitale Smarthub di GMR, piattaforma centralizzata per il monitoraggio e il controllo dei sistemi GMR SMARTWAY.

Il puntale Genius supporta da **1 a 4 telecamere**, con elaboratore a bordo o integrato nel quadro di comando, a seconda dei servizi selezionati. La configurazione prevista è la seguente:

- **4 puntali** ciascuno con 4 telecamere orientate a 90°, per garantire copertura completa dell'area;
- **6 puntali** ciascuno con 1 telecamera.

Tutti i dispositivi saranno personalizzabili con le applicazioni e funzionalità selezionate dall'Amministrazione Comunale.

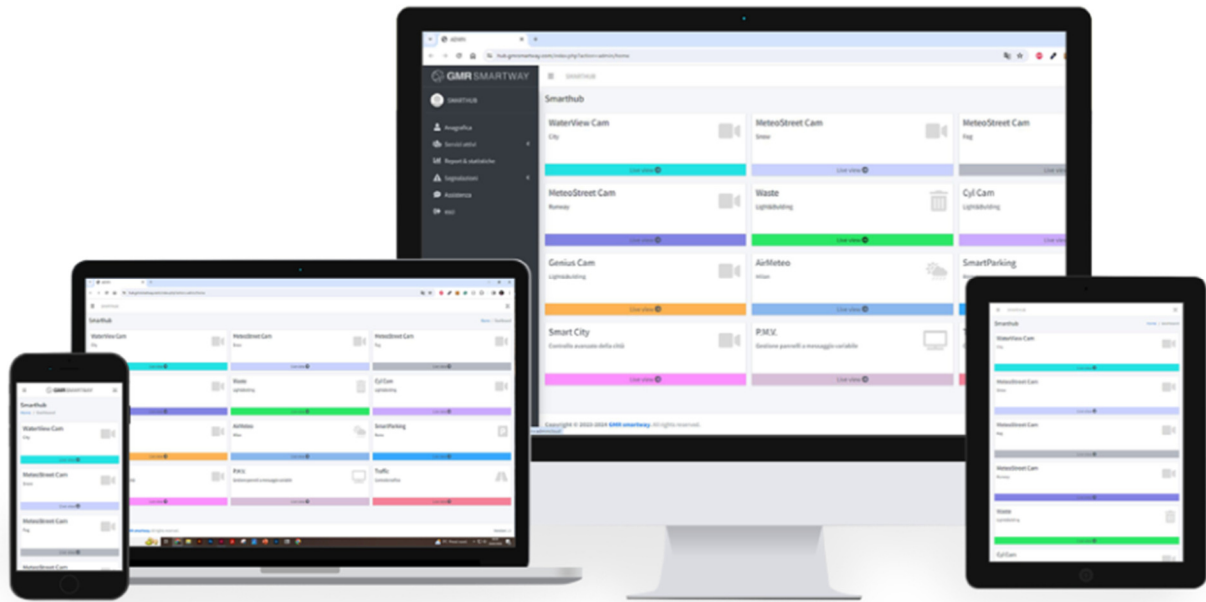
5.12.2.1. FUNZIONI ATTIVABILI

L'Amministrazione Comunale può selezionare, per ciascuna telecamera installata sui puntali Genius, una specifica **funzione applicativa** tra le seguenti:

- **FloodCAM:** monitoraggio in tempo reale di accumuli pericolosi d'acqua su strade e infrastrutture, utile per eventi climatici estremi come piogge intense, inondazioni o tracimazioni.
- **SnowCAM:** rilevamento della copertura nevosa sul manto stradale, attivo giorno e notte, con segnalazioni di presenza di neve su tratti lineari, curve o misti.
- **WeatherCAM:** trasforma le telecamere in stazioni meteorologiche IoT, integrando sensori e visione computerizzata per il monitoraggio climatico in tempo reale.
- **AI Smart City:** analisi del comportamento delle persone in spazi pubblici, rilevazione di assembramenti, conteggio presenze, monitoraggio sovraffollamento e permanenze prolungate.
- **AI-PARKING:** gestione e ottimizzazione dei parcheggi con rilevamento dello stato di occupazione, statistiche su tempi di sosta, picchi di utilizzo e rotazione posti auto, riducendo traffico parassita.
- **AI-FIRE:** rilevamento precoce di principi di incendio tramite analisi video, senza necessità di telecamere termiche, con possibilità di configurare più zone di sorveglianza e generazione immediata di allarmi.

- **AI-INTRUSION:** monitoraggio perimetrale e controllo accessi, con telecamere HD, aree virtuali personalizzate, rilevamento intrusioni non autorizzate e notifiche in tempo reale agli operatori.
- **AI-TRAFFIC:** analisi e gestione dei flussi veicolari, con conteggio veicoli, velocità media, segnalazione comportamenti pericolosi e supporto al posizionamento di pattuglie o sistemi sanzionatori.

Tutte le telecamere e i relativi servizi saranno gestiti tramite **Smarthub di GMR**, piattaforma centralizzata che consente il monitoraggio, la visualizzazione degli alert, la gestione delle segnalazioni e la consultazione di statistiche e report, in funzione dei servizi attivati e del livello di autorizzazione dell'utente



luminarie

5.13. ANALISI DELLE INTERFERENZE

Di seguito vengono riportate le procedure e le prassi che saranno osservate per la gestione di eventuali interferenze che dovessero essere riscontrate in sede di esecuzione delle lavorazioni previste. Si precisa che l'intervento interesserà territorio già urbanizzato e antropizzato con lavorazioni di modesta entità che comportano l'adeguamento dell'impianto esistente.

In fase esecutiva occorrerà coordinare tutte le opere di interrimento con tutti i gestori dei sottoservizi presenti, in modo da rispettare le distanze minime e le prescrizioni previste dalle normative e dai singoli operatori.

Gli interventi di progetto riguarderanno la rete di pubblica illuminazione urbana costituita sia da linee interrate che aeree con fune guida e in particolare la sostituzione dei singoli corpi illuminanti e talvolta dei loro sostegni, oltre al prolungamento della rete stessa in alcuni tratti stradali. Le interferenze riscontrabili nella fase di realizzazione dei lavori possono essere ricondotte a:

- Interferenze aeree: le linee elettriche, linee telefoniche e reti del gas;
- Interferenze superficiali: i canali, la viabilità pedonale e carrabile, le infrastrutture pubbliche e private, la rete ferroviaria;
- Interferenze interrate: reti di sottoservizi, fognature, acquedotti, distribuzione del gas, linee elettriche a media e bassa tensione e linee telefoniche
- allacciamenti ai pubblici servizi delle abitazioni private e delle attività produttive circostanti; "passi carrabili" che saranno oggetto di temporaneo intervento durante gli scavi per la posa dei nuovi cavi-dotti che saranno però protetti da apposite lastre in acciaio su cui potranno transitare temporaneamente i veicoli quando il cantiere non è attivo così da limitare il disagio dovuto ai cittadini

Le interferenze che devono essere maggiormente attenzionate sono dovute alla presenza di sottoservizi (fognatura nera e bianca, distribuzione di acqua potabile e del gas, elettricità e rete telefonica) che possono intercettare la dislocazione delle nuove tratte di pubblica illuminazione da realizzare.

Il paragrafo contiene una disamina puntuale delle interferenze dirette o indirette, avvicinamento e contatto con le reti suddette, e le azioni necessarie per effettuare le lavorazioni garantendo la continuità dei servizi alla popolazione e la sicurezza dei lavoratori e dei terzi esterni al cantiere.

5.13.1. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

Di seguito vengono riportate le procedure e le prassi che saranno osservate per la gestione di eventuali interferenze che dovessero essere riscontrate in sede di esecuzione delle lavorazioni previste. Si precisa che l'intervento interesserà territorio già urbanizzato e antropizzato con lavorazioni di modesta entità che comportano l'adeguamento dell'impianto esistente.

In particolare, nel contesto della realizzazione delle nuove linee interrate e interrimento di linee aeree esistenti che comprendono anche le opere di scavo, è necessario tenere in considerazione le possibili interferenze con i sotto-servizi già presenti sul territorio (ad es. reti elettriche, acqua, gas, fognatura, ecc.).

In fase esecutiva occorrerà coordinare le opere di interrimento con tutti i gestori dei sottoservizi presenti, in modo da rispettare le distanze minime e le prescrizioni previste dalle normative e dai singoli operatori.

Tutti i nuovi cavidotti saranno intervallati da pozzetti rompi-tratta e di derivazione, posti in corrispondenza di ciascun "punto-luce". La derivazione terminale proveniente dai pozzetti sarà realizzata con tubazione in PVC corrugato serie pesante a doppia parete Ø 63mm, avente resistenza allo schiacciamento pari a 750N. All'interno del pozzetto di ispezione, bisogna prevedere la presenza di dispersore di terra, solo in caso di impianti in Classe I.

Gli interventi di progetto riguarderanno la rete di pubblica illuminazione urbana costituita sia da linee interrate che aeree con fune guida e in particolare la sostituzione dei singoli corpi illuminanti e talvolta dei loro sostegni, oltre al prolungamento della rete stessa in alcuni tratti stradali. Le interferenze riscontrabili nella fase di realizzazione dei lavori possono essere ricondotte a:

- Interferenze aeree: le linee elettriche, linee telefoniche e reti del gas;
- Interferenze superficiali: i canali, la viabilità pedonale e carrabile, le infrastrutture pubbliche e private, la rete ferroviaria;
- Interferenze interrate: reti di sottoservizi, fognature, acquedotti, distribuzione del gas, linee elettriche a media e bassa tensione e linee telefoniche.

Le interferenze che devono essere maggiormente attenzionate sono dovute alla presenza di sottoservizi (fognatura nera e bianca, distribuzione di acqua potabile e del gas, elettricità e rete telefonica) che possono intercettare la dislocazione delle nuove tratte di pubblica illuminazione da realizzare.

Il paragrafo contiene una disamina puntuale delle interferenze dirette o indirette, avvicinamento e contatto con le reti suddette, e le azioni necessarie per effettuare le lavorazioni garantendo la continuità dei servizi alla popolazione e la sicurezza dei lavoratori e dei terzi esterni al cantiere.

5.13.2. LINEE ELETTRICHE

Nel caso di presenza di linee elettriche aeree in tensione nei pressi delle zone di lavorazione, saranno adottate idonee precauzioni atte ad evitare possibili contatti diretti o indiretti o danneggiamento delle stesse. Non saranno, in via generale, eseguiti lavori né saranno utilizzati apparecchi mobili a distanza minore di cinque metri da tali linee. Nell'impossibilità di rispettare tale limite si provvederà, prima dell'inizio dei lavori, a mettere in atto adeguate protezioni atte ad evitare accidentali contatti o pericolosi avvicinamenti ai conduttori delle linee stesse quali:

- barriere di protezione per evitare contatti laterali con le linee;
- sbarramenti sul terreno;
- portali limitatori di altezza per il passaggio sotto la linea dei mezzi d'opera;
- ripari in materiale isolante quali cappellotti per isolatori e guaine per i conduttori.

Nel caso di cavi elettrici in tensione interrati o in cunicolo, il percorso e la profondità delle linee saranno rilevati o segnalati in superficie ove interessino direttamente la zona di lavoro e saranno fornite precise informazioni che coinvolgano gli addetti e tutti i fornitori al fine di evitare possibili contatti diretti od indiretti con elementi in tensione, nonché l'esecuzione di scavi o la semplice infissione di elementi nel terreno in prossimità dei cavi stessi.

Nel caso di lavori di scavo che intercettino necessariamente linee elettriche interrate in tensione si procederà con cautela e si provvederà a mettere in atto sistemi di sostegno e protezione provvisori al fine di evitare pericolosi avvicinamenti e/o danneggiamenti alle linee stesse durante l'esecuzione dei lavori; si dovrà procedere, preferibilmente, a disattivare le linee fino al termine di esecuzione delle lavorazioni.

5.13.3. RETE DISTRIBUZIONE GAS

Nel caso in cui sia riscontrata la presenza di elementi della rete di distribuzione del gas che possano interferire con le operazioni di scavo, saranno avvertiti tempestivamente i fornitori, al fine di concordare le misure essenziali di sicurezza da adottare prima dell'inizio e durante lo sviluppo dei lavori. In particolare, sarà preventivamente rilevato e segnalato in superficie il percorso e la profondità degli elementi e sarà definita la modalità di esecuzione dei lavori in modo da evitare l'insorgere di situazioni pericolose sia per i lavoratori che per l'esercizio delle reti.

In presenza di tubazioni interferenti, si procederà con cautela, limitando vibrazioni e scuotimenti del terreno e per strati successivi, evitando affondi che provochino il franamento del contorno. Quando tali lavori interferiscano direttamente con le reti sarà necessario mettere a nudo le tubazioni procedendo manualmente fino alla messa in sicurezza della tubazione interessata. Qualora non sia possibile disattivare il tratto di rete interessato sarà attivato un sistema di comunicazione diretto ed immediato con il gestore.

Durante l'esecuzione dei lavori si verificherà, anche strumentalmente, l'eventuale presenza di fughe di gas. Nel caso si verifichino fughe di gas si procederà a sospendere immediatamente i lavori e ad allontanare i lavoratori dalla zona di pericolo, oltre a comunicare a tutti i soggetti interessati, in modo che si intervenga con urgenza.

5.13.4. RETE IDRICHE

Nel caso di operazioni di scavo si dovrà accertare la presenza di reti di distribuzione di acqua potabile e sarà rilevato e segnalato in superficie il percorso e la profondità.

Nel caso di lavori di scavo, che possono interferire o attraversare le reti suddette, saranno previsti sistemi di protezione e di sostegno delle tubazioni, al fine di evitare il danneggiamento ed i rischi che ne derivano.

In presenza di reti di acqua che interferiscano con i lavori di scavo si procederà con cautela, limitando le azioni di disturbo al contorno delle reti medesime (vibrazioni, scuotimenti, franamenti, etc.). Qualora i lavori interferiscano direttamente con le suddette reti saranno messe a nudo ed in sicurezza le tubazioni, procedendo manualmente, ed organizzando, nel caso di necessità, la pronta interruzione dell'alimentazione al tratto di rete interessata dai lavori.

Nel caso di rottura delle condutture di acqua sarà contattato immediatamente il gestore per poter sospendere l'erogazione e per gli interventi del caso. Nel contempo si provvederà all'allontanamento dei lavoratori dagli scavi ed attivare, laddove fosse necessario, i mezzi di aggrottamento.

5.13.5. RETE FOGNARIE

Nel caso di operazioni di scavo sarà accertata la presenza di reti fognarie sia attive che non più utilizzate. Se tali reti interferiscono con le attività di cantiere saranno rilevati e segnalati in superficie, il percorso e la profondità. La presenza di tali reti costituisce sempre una variabile importante rispetto alla consistenza e stabilità delle pareti di scavo sia per la presenza di terreni di reinterro, sia per la possibile formazione di improvvisi vuoti nel terreno (tipici nel caso di vetuste fognature dismesse), che per la presenza di possibili infiltrazioni dovute a fessurazione o cedimento delle pareti qualora limitrofe ai lavori di sterro.

Nei lavori di scavo da eseguire in prossimità di reti fognarie si procederà con cautela; le pareti di scavo e le armature in corrispondenza di tali reti saranno tenute sotto controllo. Quando la distanza tra lo scavo aperto e la rete fognaria preesistente non consenta di garantire la stabilità della interposta parete si metterà a nudo la conduttura e la si proteggerà contro i danneggiamenti. In presenza di incidenti che possano provocare la rottura della rete fognaria e conseguente fuoriuscita dei liquami sarà

necessario sospendere i lavori ed allontanare i lavoratori dalla zona interessata. Successivamente si provvederà, previa segnalazione al gestore, a mettere in atto sistemi per il contenimento dei liquami e per la rimozione dei medesimi dalle zone di lavoro. Completati gli interventi di riparazione della rete fognaria si procederà a bonificare il sito prima di riprendere le attività.

5.13.6. VICINANZA AD ALTRI SOTTOSERVIZI

I cavidotti utilizzati per la posa di condutture elettriche non devono essere posati in prossimità di sottoservizi che producono calore, fumi o vapori che potrebbero essere dannosi per le condutture stesse, a meno che non siano protette da tali effetti dannosi.

Devono essere disposti in modo che qualsiasi operazione che si preveda debba venire effettuata su una conduttura non rischi di causare danni alle altre. Questo si può ottenere mediante un adeguato distanziamento tra le condutture oppure con l'uso di schermature meccaniche.

Nella posa dei tubi è necessario osservare le distanze minime indicate dalla legislazione vigente rispetto alle tubazioni o condotti di altri sottoservizi quali ad esempio acquedotti, tubazioni gas, telecomunicazioni, cisterne, depositi carburanti, linee MT, strade, ferrovie ecc.

Di seguito vengono fornite indicazioni di massima da ritenersi non esaustive per tutti i casi, che dovranno trovare precise indicazioni da parte della D.L.

Da linee elettriche in cavo di MT:

I cavidotti devono distare almeno 0.30 m

Da fognatura:

I cavidotti devono distare almeno 0.30 m

Da cavidotti telefonici:

Se i cavi per l'energia elettrica e di telecomunicazione sono posati entro tubazioni/condotti, non sono richieste particolari distanze di rispetto e protezione: Il cavo di energia deve poter essere sfilato senza necessità di scavo.

Tubazioni metalliche diverse dai gasdotti (rete acquedotto)

Nei **parallelismi**, la distanza in pianta tra tubazioni metalliche diverse dal gas e i cavidotti deve essere almeno di 0.30 metri.

PERCORSI PARALLELI TRA CAVIDOTTI IP E TUBAZIONI METALLICHE INTERRATE

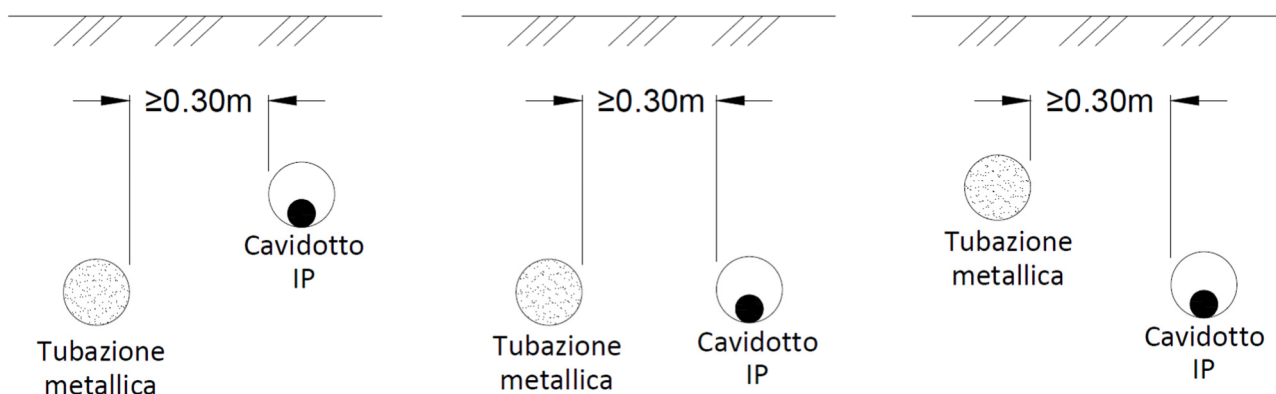
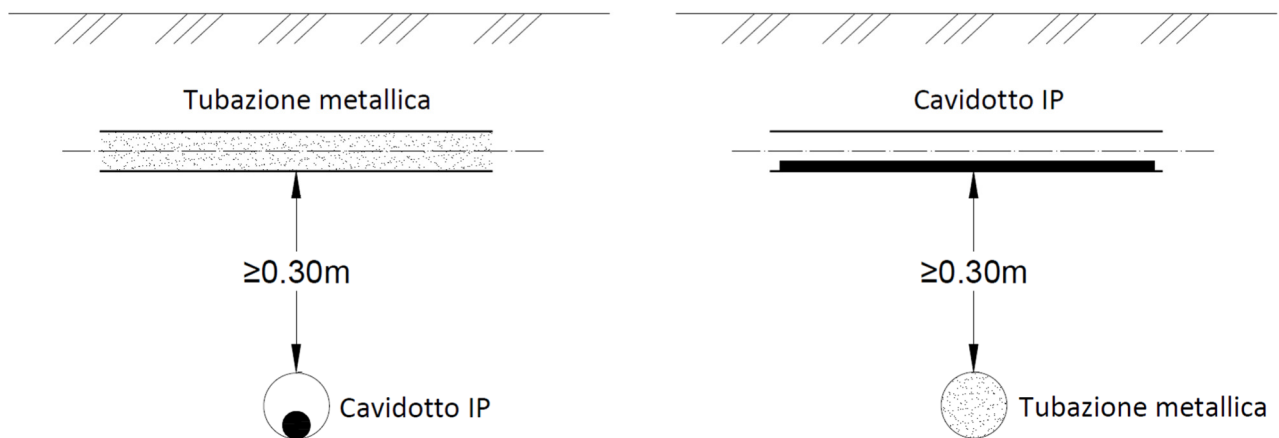


Figura 4

Anche per gli **incroci**, la distanza tra cavidotti e tubazioni metalliche interrate deve essere almeno di 0.30 m misurata tra le superfici affacciate.

INCROCI TRA CAVIDOTTI IP E TUBAZIONI METALLICHE INTERRATE**Figura 5**

Qualora tale distanza non possa essere rispettata, può essere ridotta se nell'incrocio viene interposto un elemento separatore non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo.

Tubazioni rete gas

La specie di una condotta del metano non è riconoscibile a vista, occorre pertanto chiedere informazioni alla società di distribuzione che gestisce l'impianto.

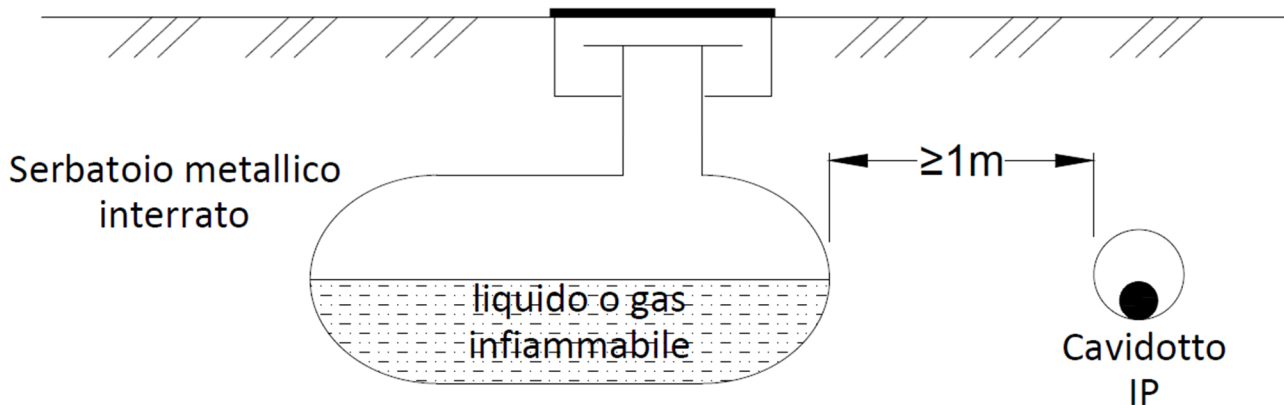
In genere, nei centri abitati le condotte del metano sono a pressione inferiore a 5 bar e possono quindi essere di 4a, 5a, 6a, 7a specie. Le distanze non devono essere inferiori a quanto stabilito da normative di settore. Sarà necessario, inoltre, seguire le disposizioni che di volta in volta vengono fornite dalla D.L.

La distanza di sicurezza negli incroci tra linee elettriche in cunicoli, polifore e tubazioni del metano di 4a, 5a, 6a, 7a specie non deve essere inferiore a quanto stabilito da normative di settore.

Nel caso non sia possibile rispettare le distanze di sicurezza previste negli incroci, è necessario che la condotta del metano sia collocata entro un tubo di protezione.

Distanze tra cavidotti e serbatoi metallici interrati contenenti liquidi o gas infiammabili

Nel caso in cui siano presenti serbatoi metallici interrati contenenti liquidi o gas infiammabili la distanza tra questi e i cavidotti di energia deve essere almeno pari ad 1m.

**DISTANZA TRA CAVIDOTTI IP E SERBATOI METALLICI INTERRATI
CONTENENTI LIQUIDI O GAS INFIAMMABILI****Figura 6**

5.13.7. ORDIGNI BELLICI

Dalle verifiche storico-documentali effettuate l'area in oggetto non risulta riportata tra le zone oggetto di particolari interventi bellici di bombardamento nel periodo delle guerre mondiali.

Per l'analisi di dettaglio di questo aspetto si rimanda all'elaborato descrittivo "PSC – PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO" ed in particolare al capitolo che tratta la VALUTAZIONE RISCHIO BELLICO, dove è stata effettuata una dettagliata ricerca delle ragioni che escludono il suddetto rischio.

5.14. RICOGNIZIONE DELLE AREE E DI EVENTUALI IMMOBILI SUI QUALI DEVE ESSERE ESEGUITO L'INTERVENTO

Trattandosi di interventi di riqualificazione energetica gli interventi previsti sono circoscritti alle zone servite dall'illuminazione pubblica e, pertanto, essendo aree pubbliche non sono previsti interventi di esproprio.

5.15. INDICAZIONI PER L'EFFICIENTAMENTO DEI PROCESSI DI TRASPORTO E LOGISTICA

I materiali utilizzati verranno consegnati direttamente dai siti di produzione ai magazzini dell'installatore e verranno portati in cantiere nelle zone di effettiva installazione minimizzando i possibili impatti di trasporto.

5.16. INDICAZIONI SULLA FASE DI DISMISSIONE DEL CANTIERE MOBILE

Il presente progetto prevede interventi che si avvalgono di un cantiere che, per le particolari caratteristiche dell'opera, necessita che l'impianto si sposti progressivamente nel tempo. Essendo, quindi, un cantiere c.d. mobile, non ci sono precise indicazioni sulla fase di dismissione del cantiere stesso.

Successivamente alla realizzazione delle opere previste non si prevedono rilevanti interventi di ripristino, eccetto per gli scavi che saranno eseguiti a regola d'arte secondo i Regolamenti vigenti, allo scopo di riportare allo stato originario le zone interessate.

5.17. INDICAZIONI SU ACCESSIBILITÀ, UTILIZZO E LIVELLO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE, DEGLI IMPIANTI E DEI SERVIZI ESISTENTI

Non vi sono impedimenti che pregiudichino in tutto o in parte l'accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione degli impianti.

6. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Gli impianti attuali impiegano, per il funzionamento, una potenza elevata, legata alle tipologie di sorgente impiegate e alle perdite dovute all'alimentatore che implicano una potenza dissipata notevole (anche dell'ordine del 15%).

La sostituzione delle sorgenti luminose e l'installazione di apparecchi di ultima generazione con ottiche regolabili diverse consentono, a parità di risultati illuminotecnici, di utilizzare sorgenti a minore potenza con conseguente notevole efficientamento delle prestazioni dell'impianto.

Ogni apparecchio illuminante a led o kit refitting a led sarà dotato di alimentatore elettronico dimmerabile con profilo di riduzione definito. Infine, si prevede l'utilizzo di orologi astronomici nei quadri dove non sarà previsto il telecomando per regolare l'orario di accensione e spegnimento dell'impianto di illuminazione pubblica; questi ultimi sono più precisi rispetto agli interruttori crepuscolari permettendo di risparmiare un 2-3% delle ore di funzionamento in un anno rispetto a quanto si rileva in letteratura, con conseguente risparmio energetico. Gli orologi saranno impostati in base alle coordinate geografiche del Comune di Lodi con accensione e spegnimento, garantendo un monte ore di funzionamento dell'impianto pari a 4.196 ore annue.

Si riporta di seguito un dettaglio tabellare di quanto proposto e descritto, confrontando i dati pre e post intervento degli **impianti di illuminazione pubblica**:

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianto [KWh/anno]	3.421.235,37	781.219,99	2.640.015,38
Consumo di T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	639,48	146,02	493,46
Consumo di CO2 equivalenti [ton/anno]	802,93	183,35	619,61

Tabella 27

Il calcolo è stato effettuato tenendo conto dei seguenti parametri:

- 3% perdite per sorgenti a led (alimentatore e rete);
- per il calcolo dei TEP equivalenti si fa riferimento al dato indicato dal FIRE (La Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia - FIRE - associazione tecnico - scientifica incaricata dal Ministero dello Sviluppo Economico) 1 TEP = 5.347,59kWh;
- per il calcolo della CO2 si fa riferimento al rapporto ISPRA R413/2025 0,2347 KgCO2/kWh.

L'energia post opera è stata così calcolata:

$$\text{Energia} = \frac{P_{\text{netta}} * \text{perdite} * [\text{ore P.P.} + (\text{ore RID} * \% \text{ rid})]}{1000} \quad [kWh \text{ anno}]$$

In cui:

- P_{netta}** = potenza netta in watt che corrisponde alla potenza nominale dell'apparecchio dichiarato dal costruttore alla corrente di pilotaggio di utilizzo esclusa la potenza dissipata dal sistema di alimentazione;
- perdite** = potenza dissipata sotto forma di calore o altra forma di energia dal sistema di alimentazione, regolazione o di linea, partendo dal punto di consegna dell'energia elettrica. Tali perdite sono pari a 3% per apparecchi con tecnologia LED.
- ore P.P.** = ore a piena potenza, variano a seconda del profilo di riduzione adottato;
- ore RID** = ore a potenza ridotta, variano a seconda del profilo di riduzione adottato;
- % rid** = % di riduzione della potenza netta, varia a seconda del profilo di riduzione adottato.

Si riporta di seguito un dettaglio tabellare di quanto proposto e descritto, confrontando i dati pre e post intervento degli **impianti semaforici**:

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianto [KWh/anno]	27.150,42	21.363,04	5.787,38
Consumo di T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	5,07	3,99	1,08
Consumo di CO2 equivalenti [ton/anno]	6,37	5,01	1,36

Tabella 28

Il calcolo è stato effettuato tenendo conto dei seguenti parametri:

- 3% perdite per sorgenti a led (alimentatore e rete);
- per il calcolo dei TEP equivalenti si fa riferimento al dato indicato dal FIRE (La Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia - FIRE - associazione tecnico - scientifica incaricata dal Ministero dello Sviluppo Economico) 1 TEP = 5.347,59kWh;
- per il calcolo della CO2 si fa riferimento al rapporto ISPRA R413/2025 0,2347 KgCO2/kWh.

L'energia post opera è stata così calcolata:

$$\text{Energia} = \frac{P_{\text{netta}} * \text{perdite} * [\text{ore P. P.} + (\text{ore RID} * \% \text{ rid})]}{1000} \quad [kWh \text{ anno}]$$

In cui:

- **P_{netta}** = potenza netta in watt che corrisponde alla potenza nominale dell'apparecchio dichiarato dal costruttore alla corrente di pilotaggio di utilizzo esclusa la potenza dissipata dal sistema di alimentazione;
- **perdite** = potenza dissipata sotto forma di calore o altra forma di energia dal sistema di alimentazione, regolazione o di linea, partendo dal punto di consegna dell'energia elettrica. Tali perdite sono pari a 3% per apparecchi con tecnologia LED.
- **ore P.P.** = ore a piena potenza, variano a seconda del tipo di apparecchio, se lanterna semaforica o lampeggiante.

Il consumo finale degli impianti IP di Lodi è così riepilogabile, tenendo conto delle opere di adeguamento illuminotecnico:

CONSUMO IMPIANTO	CONSUMO [KWH/ANNO]
Consumo impianto illuminazione pubblica riqualificato	781.219,99
Consumo impianto impianti semaforici riqualificato	21.363,04

Tabella 29

Al termine delle opere di riqualificazione, gli impianti di illuminazione pubblica di Lodi raggiungeranno un consumo pari a 781.219,99 kWh/anno, con un risparmio del 77% rispetto ai consumi attuali.

Per quanto concerne gli impianti semaforici, al termine delle opere di riqualificazione, il consumo sarà pari a 21.363,04 kWh/anno, con un risparmio del 21% rispetto ai consumi attuali.

7. ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

L'impianto di illuminazione pubblica risulta essere esistente e costruito in tempi diversi. La presenza di un impianto già in essere, e da poco riqualificato, vincola le scelte progettuali.

La proposta prevede dunque la riqualifica a LED degli apparecchi ancora obsoleti, che non sono stati oggetto di ammodernamento nell'intervento recentemente messo in atto dall'amministrazione Comunale e la riqualifica funzionale ed estetica dei sistemi di sostegno degli apparecchi illuminanti che non sono stati interessati dal recente intervento di cui sopra. Altro sforzo messo in atto sarà finalizzato alla messa a norma degli impianti in particolare per quanto attiene ai quadri elettrici per i quali è stata ravvisata una condizione di rilevante precarietà.

Gli obiettivi che si vogliono raggiungere nella proposta di riqualifica sono:

- a) completamento degli interventi di raggiungimento dei corretti livelli di illuminazione;
- b) adeguamento normativo dei corpi illuminanti e quadri;
- c) sistemazione delle criticità elettriche riscontrate;
- d) riqualificazione funzionale ed estetica di mensole e sostegni;
- e) riduzione della spesa energetica e gestionale annua;
- f) integrazione di servizi di controllo del territorio e degli impianti di comunicazione di pubblico servizio.

Per quanto riguarda i primi tre elementi non vi sono alternative possibili da prendere in considerazione, trattandosi di obiettivi che prevedono il rispetto di requisiti minimi obbligatori ben delineati dalla Normativa attuale. Il quarto punto è conseguenza diretta dei primi 3.

Pertanto, l'analisi delle alternative si riduce alla valutazione sull'opportunità o meno di aggregare alla messa a norma, anche le attività di riqualificazione estetica e funzionale dei sostegni e dei servizi aggiunti di cui al punto 6.

Sul territorio comunale, nonostante i recenti interventi di riqualificazione che hanno sostituito a LED, sono ancora presenti di apparecchi con sorgente al sodio alta pressione che andrebbero sostituiti per uniformità d'illuminazione del territorio e per la completa conformità normativa degli indici d'illuminamento delle strade. A questo si aggiunge, seppur in misura marginale ma non trascurabile, l'ulteriore riduzione dei consumi elettrici rispetto allo stato attuale.

Da qualche anno ormai le sorgenti LED hanno raggiunto un livello di maturità tale da risultare la soluzione migliore rispetto alle sorgenti tradizionali al sodio.

Si riassumono di seguito gli aspetti principali delle sorgenti LED rispetto a quelle tradizionali:

- elevata efficienza luminosa che permette il contenimento dei consumi energetici;
- elevata resa cromatica che consente una luce di qualità e maggiore comfort visivo;
- maggiore longevità della sorgente luminosa;
- piccole dimensioni (possibilità di avere ottiche molto performanti e dedicate alla tipologia di installazione);
- possibilità di avere apparecchi con taglie di potenza regolabili (minore potenza totale dell'impianto).

Questi aspetti rendono la sorgente LED estremamente competitiva rispetto a quelle al sodio alta pressione o ad altre tipologie quali ioduri metallici o CPO.

La scelta dei corpi illuminanti a LED deve ricadere necessariamente sulle marche più conosciute e qualificate presenti sul mercato già da diversi anni e che prevedono componenti di alta qualità e ottiche certificate.

Fermo restando che l'impianto di illuminazione deve garantire agli utenti il necessario confort luminoso (qualità della visione e sicurezza), la proposta tiene conto dell'esigenza di contenere i consumi di energia, aumentare la vita media dei componenti e quindi ridurre gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Allo scopo di valutare le possibili alternative progettuali possono essere utilizzati strumenti come l'analisi TCO (Total Cost Ownership), introdotta in sede europea nel documento MEEuP Product Cases Report, e richiesto nei CAM 2017, che considera le principali voci di costo riguardanti un prodotto, ovvero sull'analisi di tutti i costi derivanti dalla proprietà, per l'esercizio e la manutenzione dell'opera.

Le potenze e le caratteristiche riportate nella tabella sottostante ed utilizzate nella comparazione, fanno riferimento all'analisi illuminotecnica svolta in un tratto stradale rappresentativo, con utilizzo di prodotti di fascia medio/alta.

Si riportano di seguito le caratteristiche della zona di studio:

- larghezza carreggiata: 7m con marciapiedi da 1,5m su ambo i lati;
- corpi illuminanti installati su palo ad altezza 8m e con arretramento corpo-carreggiata di -0,65m;
- interdistanza tra i punti luce 30m;
- categoria illuminotecnica di progetto: M4.

Nella tabella seguente viene ricostruito il TCO tipico per ciascuna sorgente luminosa, calcolato su un periodo di valutazione di 20 anni.

TIPOLOGIA DI SORGENTE LUMINOSA	IMPIANTO ESISTENTE	SAP	CPO	LED
				
Efficienza luminosa della sorgente [lm/W]	80	110	124	140
Efficienza luminosa dell'apparecchio [W]	0,6	0,8	0,85	0,99
Potenza media per apparecchio (incluse perdite alimentatore) [W]	180	120	99	61
Durata della sorgente luminosa (ore)	8000	16000	20000	70000
Ore medie di funzionamento annue (ore)	4200	4200	4200	4200
Numero di sostituzioni della sorgente nel corso dei 20 anni	10	5	4	1
Costo della sorgente luminosa (€)	9	18	95	250
Costo delle operazioni di sostituzione nel corso dei 20 annui (manodopera e noli) (€)	720	360	288	72
Costo iniziale del nuovo apparecchio (€)	0	190	310	420

Tabella 30

Nei calcoli sopra riportati vengono introdotte alcune semplificazioni, in quanto difficilmente determinabili o non influenti sulla finalità della comparazione:

- non sono stati considerati i maggiori risparmi di energia ottenibili con la sorgente a LED rispetto alle altre soluzioni, dovuti alla possibilità di una maggiore riduzione di flusso (e di energia) applicabile al LED. Le lampade al sodio e agli ioduri metallici hanno una curva di riduzione flusso/potenza non proporzionale e questo costringe ad una regolazione non troppo spinta, per evitare un decadimento troppo marcato del flusso luminoso emesso. Viceversa, gli apparecchi LED aumentando l'efficienza al diminuire della corrente di pilotaggio permettono una riduzione di potenza maggiore.

Di seguito viene riportata la valutazione energetica delle diverse soluzioni proponibili:

TIPOLOGIA DI SORGENTE LUMINOSA	KWH/ANNO		ENERGIA TOTALE	CO ₂ TOTALE	CONFRONTO ENERGETICO
Impianto esistente	756		15120	5745	-
Nuovo impianto	504		10080	3830	-33%

TIPOLOGIA DI SORGENTE LUMINOSA	KWH/ANNO		ENERGIA TOTALE	CO ₂ TOTALE	CONFRONTO ENERGETICO
con sorgente AP					
Nuovo impianto con sorgente PO	415		8316	3160	-45%
Nuovo impianto con sorgente LED	256		5124	1947	-66%

Tabella 31



Figura 7

Di seguito viene riportata la valutazione economica delle diverse soluzioni proponibili:

TIPOLOGIA DI SORGENTE LUMINOSA	INVESTIMENTO INIZIALE	COSTO ENERGIA	COSTO MANUTENZIONE	COSTO TOTALE DI POSSESSO
Impianto esistente	0 €	2.646 €	810 €	3.456 €
Nuovo impianto con sorgente SAP	190 €	1.764 €	450 €	2.404 €
Nuovo impianto con sorgente CPO	310 €	1.455,3 €	668 €	2.433 €
Nuovo impianto con sorgente LED	470 €	896,7 €	322 €	1.689 €

Tabella 32

La valutazione delle possibili alternative si basa sul confronto dei costi totali (Total Cost Ownership), ovvero sull'analisi di tutti i costi derivanti dalla proprietà, per l'esercizio e la manutenzione dell'opera. Come ricavabile dai dati contenuti nella tabella sopra riportata, la soluzione a LED risulta essere nei 20 anni di gestione la soluzione più economica.

8. RIFERIMENTI NORMATIVI

La proposta qui presentata si basa sullo studio della **normativa di settore**, anche **locale**, da rispettare in tutte le fasi progettuali, a partire dalle **disposizioni legislative nazionali** e dalle **norme tecniche di settore**, fino ad analizzare e a prendere in considerazione le **norme regionali** sull'inquinamento luminoso e gli **strumenti urbanistici vigenti**.

Le principali norme di riferimento a cui attenersi, riportate a titolo indicativo e non esaustivo, risultano pertanto le seguenti:

8.1. NORME NAZIONALI

- **Legge 1° marzo 1968, n. 186**
Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- **Legge 9 gennaio 1991, n. 9**
Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.
- **Legge 9 gennaio 1991, n. 10**
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.
- **D.P.R. n. 462 del 22 ottobre 2001**
"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"
- **D.P.R. n. 222 del 3 luglio 2003**
Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109
- **D.lgs. n. 81 del 09 aprile 2008**
"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- **D.lgs. n. 151 del 25 luglio 2005**
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
- **D.lgs. n. 36 del 31 marzo 2023**
"Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n.78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici"
- **D. del 22 febbraio 2011**
Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi gara della Pubblica amministrazione per l'acquisto dei seguenti prodotti: tessili, arredi per ufficio, Illuminazione Pubblica, apparecchiature informatiche.
- **D.M. del 27 settembre 2017**
"Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per Illuminazione Pubblica, l'acquisizione di apparecchi per Illuminazione Pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per Illuminazione Pubblica"
- **D.M. del 28 marzo 2018**
"Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di Illuminazione Pubblica"
- **D.lgs. N. 285 del 30 aprile 1992**
"Nuovo Codice della Strada" e ss.mm.ii.
- **D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992**
"Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada"



- **D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008** "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecis, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"

8.2. NORME REGIONALI

Con la **L.R. N. 31 del 5 ottobre 2015** "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso" la Regione Lombardia ha posto le basi per l'adeguamento degli impianti di illuminazione in un'ottica di garanzia e miglioramento dei necessari livelli di sicurezza sociale e valorizzazione del territorio, inteso come risorsa naturalistica e patrimoniale dei cittadini, anche a salvaguardia dell'osservazione della volta celeste.

La succitata legge regionale trova fonte normativa nei seguenti riferimenti:

- Direttiva europea 2005/32/CE del 6 luglio 2005 "relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia e recante modifica della direttiva 92/42/CEE del Consiglio e delle direttive 96/57/CE e 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio";
- Direttiva europea 2006/32/CE del 5 aprile 2006 "concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici";
- Risoluzione approvata dall'Assemblea Generale dell'Unione Astronomica Internazionale, e richiamata nel Protocollo di Kyoto, sul mantenimento e la salvaguardia dell'oscurità del cielo notturno, anche ai fini della riduzione dei relativi consumi energetici;
- Art. 118 della Costituzione sui principi di sussidiarietà, differenziazione ed adeguatezza, che impongono l'attribuzione di specifiche funzioni amministrative alle Province allorché sia necessario per assicurarne l'esercizio in forma unitaria;
- Art. 20 del Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 267 "Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali", relativamente ai "Compiti di programmazione";
- Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992 "Nuovo Codice della Strada" e ss.mm.ii.;
- D.P.R. 495/92 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" e ss.mm.ii.;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e ss.mm.ii.

Con la presente normativa, la Lombardia ha inteso ribadire gli obiettivi di fondo in tema di energia ed ambiente: razionalizzare e **ridurre i consumi energetici** con iniziative ad ampio respiro, che possano incentivare lo sviluppo tecnologico, **ridurre l'inquinamento luminoso** sul territorio regionale e conseguentemente **salvaguardare gli equilibri ecologici** sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette e **proteggere gli osservatori** astronomici ed astrofisici e gli osservatori scientifici, in quanto patrimonio regionale, per tutelarne l'attività di ricerca scientifica e divulgativa. I criteri elaborati, fatte salve le determinazioni di carattere generale o più esplicitamente riferite agli osservatori, sono orientate alla **costruzione di impianti per l'illuminazione** esterna, pubblica e privata, caratterizzati da proprietà illuminotecniche funzionali all'**abbattimento dell'inquinamento luminoso** e al **risparmio energetico**; per quanto concerne gli aspetti connessi alla sicurezza impiantistica, si rimanda alle vigenti disposizioni normative di settore.

È stata inoltre attuata una significativa **rivisitazione e riforma del sistema della pianificazione territoriale ed urbanistica** introducendo, fra l'altro, nuove forme e contenuti degli strumenti urbanistici comunali; in particolare è previsto che i Comuni debbano dotarsi di Piani d'illuminazione Pubblica (PIP).

8.3. NORME TECNICHE DI SETTORE

- **UNI 11630:2016** "Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico";
- **UNI 10819:1999** "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- **UNI 11248:2016** "Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche";
- **UNI 11356:2010** "Luce e illuminazione - Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED";

- **UNI 11431:2001** "Luce e illuminazione. Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
- **UNI EN 13201-1** "Illuminazione stradale – Parte 1 Selezione delle classi di illuminazione";
- **UNI EN 13201-2:2016** "Illuminazione stradale – Parte 2 Requisiti prestazionali";
- **UNI EN 13201-3:2016** "Illuminazione stradale – Parte 3 Calcolo delle prestazioni";
- **UNI EN 13201-4:2016** "Illuminazione stradale – Parte 4 Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- **UNI EN 13201-5:2016** "Illuminazione stradale – Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche";
- **UNI EN 12368:2015** "Attrezzatura per il controllo del traffico - Lanterne semaforiche";
- **UNI EN 12675:2017** "Regolatori semaforici - Requisiti di sicurezza funzionale";
- **UNI 11620:2016** "Sistemi di trasporto intelligenti - Sistemi di rilievo automatico delle violazioni al Codice della Strada presso intersezioni e sezioni stradali regolate da impianti semaforici";
- **UNI EN 12352:2006** "Attrezzatura per il controllo del traffico - Dispositivi luminosi di pericolo e di sicurezza";
- **UNI EN 40** "Pali per Illuminazione Pubblica";
- **UNI EN 12899-1** "Segnaletica verticale permanente – Parte 1: Segnali permanenti";
- **UNI CEI 70030:1998** "Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa";
- **UNI EN ISO 6708:1997** "Elementi di tubazione. Definizione e selezione dei DN";
- **CEI 0-2** "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- **CEI 11-4** "Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne";
- **CEI 11-17** "Impianti di produzione trasmissione e distribuzione energia elettrica. Linee in cavo";
- **CEI 17-13/1** "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per la bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)";
- **CEI 17-13/3** "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per la bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi ove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)";
- **CEI 34-33** "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale";
- **CEI 64-8** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- **CEI 64-8/7** "Impianti di illuminazione situati all'esterno";
- **CEI 76-10** "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada - Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza della radiazione ottica dei prodotti non laser";
- **CEI EN 50102** "Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)";
- **CEI EN 60529** "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- **CEI EN 60598-1** "Classif. (CEI 34-21) - Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove";
- **CEI EN 60598-2-3** "Classif. (CEI 34-33) - Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale";
- **CEI EN 61547** "Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC";
- **CEI EN 62031** "Classif. (CEI 34-118) - Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza";
- **CEI EN 62262** "Grado di protezione impatti meccanici IK";
- **CEI EN 62471** "Sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade".

Nonché tutte le Leggi e Norme in vigore applicabili agli impianti di illuminazione.



9. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

Con l'attuazione degli interventi previsti dalla presente proposta si prevede di ottenere benefici economici, sia in termini di spesa corrente, che in termini di risparmio sull'investimento economico risultante a totale carico del privato.

Si evidenzia infatti che:

- non sono previsti oneri aggiuntivi per l'Amministrazione Comunale rispetto a quelli attuali;
- è previsto un risparmio complessivo nei costi di gestione (energia elettrica + canone), a fronte dei lavori di adeguamento e riqualificazione degli impianti in programma;
- non sono previsti costi di gestione per personale direttivo od operativo a carico dell'Ente.