



COMUNE
DI
CARDANO AL CAMPO

PIANO REGOLATORE ILLUMINAZIONE COMUNALE ai sensi L.R. 17 / 00 s.m.i.



POLITECNICO DI MILANO

RELAZIONE E NORME TECNICHE

COMUNE DI CARDANO AL CAMPO - PROVINCIA DI VARESE

POLITECNICO di MILANO
Dipartimento di Energia - Sezione Elettrica

Responsabile Ing. Sonia Leva

APPROVAZIONI:

POLITECNICO DI MILANO

Ing. Sonia Leva

COMUNE DI CARDANO AL CAMPO

Sindaco
Mario Anastasio Aspesi

**Assessore ai Lavori Pubblici, Infrastrutture
Viabilità e Politiche Ambientali**
Vincenzo Proto

Segretario Comunale
Dott. Angelo Monolo

**Responsabile del Settore Servizi e Qualità per il
Territorio**
Geom. Emanuele Malesani



ELABORATO: RELAZIONE E NORME TECNICHE

SINTESI DELLE REVISIONI

N°	DATA		
00	31-10-2010	emissione	DATA: Aprile 2011
01	17-11-2010	revisione	
02	21-03-2011	revisione	
03	07-04-2011	revisione	

COMUNE DI CARDANO AL CAMPO



P.R.I.C

**PIANO REGOLATORE
DELL'ILLUMINAZIONE COMUNALE**

RELAZIONE E NORME TECNICHE

Sommario

IL PIANO REGOLATORE DELL'ILLUMINAZIONE COMUNALE.	4
Il contesto ed i requisiti generali.	4
Gli obiettivi.....	5
I contenuti	6
Il contesto legislativo.....	9
Consumi Energetici ed Inquinamento Atmosferico.	11
ANALISI CONOSCITIVA	12
Inquadramento territoriale	12
Cenni storici	14
Osservatori Astronomici ed Inquinamento Luminoso	15
La Pianificazione Urbanistica	15
La classificazione delle strade ed il Piano del Traffico	15
Ambiti di particolare rilevanza.....	16
IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	18
STATO DI FATTO: rilievo delle tipologie di apparecchi e di installazione	20
STATO DI FATTO: rilievo delle tipologie di sorgenti installate	27
STATO DI FATTO: livelli di illuminamento e luminanze sulla rete stradale.	29
Analisi di alcune strade	32
Analisi obsolescenza e criticità dell'impianto di illuminazione	35
Dati Statistici riferiti allo Stato di Fatto.....	36
STATO DI PROGETTO: analisi delle priorità di intervento.	47
STATO DI PROGETTO: individuazione delle classi di progetto per gli impianti di illuminazione stradale	51
PROPOSTE DI INTERVENTO	56
Criteri generali.....	56
Quadro Normativo.....	56
Legge regionale 17/2000 –e successive integrazioni	57
Quadro tecnologico	58
Definizione degli ambiti-tipo.	63
<i>Ambito A: Strada extraurbana secondaria ME3a – Via Giovanni XXIII.</i>	<i>64</i>
<i>Ambito B: Strada urbana (inter)quartiere ME3c – Via Giovanni XXIII.....</i>	<i>65</i>
<i>Ambito C: Strada locale urbana ME4b – Via Gramsci.</i>	<i>66</i>
<i>Ambito D: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE3 – P.za Falcone e Borsellino</i>	<i>67</i>
<i>Ambito E: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4– Via Viverone.....</i>	<i>68</i>
<i>Ambito E: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4– Nuovo tratto da via Stigliano a via S. Pertini.</i>	<i>69</i>
<i>Ambito E: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4– Nuovo tratto strada comunale Ronchetto.....</i>	<i>70</i>
<i>Ambito F: Aree esclusivamente pedonali o ciclabili S3 – Via Adige.....</i>	<i>72</i>
<i>Ambito G: Via Liberazione: Giardino rialzato su Via G. da Cardano.....</i>	<i>73</i>
Efficienza Energetica e Risparmio Energetico.	74
Glossario dei termini tecnici	85

Storia del documento

00	31.10.2010	Alfio Galatà	Alfio Galatà	Sonia Leva	Emissione
01	17.11.2010	Alfio Galatà	Alfio Galatà	Sonia Leva	Revisione
02	21.03.2011	Alfio Galatà	Alfio Galatà	Sonia Leva	Revisione
03	07.04.2011	Alfio Galatà	Alfio Galatà	Sonia Leva	Revisione
Rev.	Data	Compilato	Verificato	Approvato	Note

Struttura del documento:

Capitolo 2: descrive il contesto ed i requisiti generali per la redazione di un Piano Regolatore per l'Illuminazione Comunale (PRIC), ponendo attenzione agli obiettivi specifici e generali da raggiungere, ai contenuti, ai riferimenti legislativi e normativi suggeriti dalla Regione Lombardia e fornisce sintetiche informazioni sui consumi energetici degli impianti per l'illuminazione pubblica e sulle conseguenti emissioni di gas serra in atmosfera, sui potenziali di risparmio ottenibili migliorando l'efficienza ed il processo gestionale.

Capitolo 3: riporta le informazioni geografiche, statistiche e cenni storici del Comune di Cardano al Campo, più pertinenti con lo scopo di questo documento. Descrive, inoltre, le prescrizioni ed i requisiti esistenti per la pianificazione urbanistica e la classificazione delle strade. Infine, è riportato un elenco dei siti di particolare rilevanza, verso i quali il PRIC deve indirizzare confacenti progettazioni illuminotecniche.

Capitolo 4: descrive, in forma grafica e tabellare, le informazioni ottenute con il rilievo sullo stato di fatto dell'impianto comunale per l'illuminazione pubblica. Sono riportati le informazioni statistiche sulle tipologie delle sorgenti luminose installate, potenze elettriche impegnate, sostegni, linee di alimentazione.

Capitolo 5: descrive le proposte di intervento, definendo i criteri generali, la caratterizzazione degli ambiti-tipo ed alcuni ambiti specifici affrontati nella progettazione.

Abbreviazioni

PRIC	Piano Regolatore per l'Illuminazione Comunale
PEC	Piano Energetico Comunale
PGTU	Piano Generale del Traffico Urbano
Ra	Resa Cromatica
Tc	Temperatura di colore
HME	Vapori di mercurio
SAP	Sodio Alta Pressione
SBP	Sodio Bassa Pressione
HIT	Alogenuri metallici

IL PIANO REGOLATORE DELL'ILLUMINAZIONE COMUNALE.

IL CONTESTO ED I REQUISITI GENERALI.

La gestione degli impianti di illuminazione pubblica nei territori comunali è uno dei principali servizi forniti dalle Amministrazioni Comunali, ricopre un ruolo indispensabile nella vita sociale del territorio e rappresenta un investimento dovuto, senza un ritorno economico diretto.

Le Amministrazioni Comunali, manifestando una crescente sensibilità verso i problemi dell'ambiente in un contesto di sviluppo sostenibile, della sicurezza e del decoro urbano, costantemente perseguono gli obiettivi di rimodellare gli spazi urbani, con una visione mirata alla valorizzazione dell'immagine complessiva della città, ottimizzando gli investimenti ed i processi gestionali per minimizzare le voci di spesa sui bilanci pubblici, senza penalizzare la qualità e l'efficienza dei servizi offerti ai propri Cittadini.

Il settore costituito dagli impianti per l'illuminazione pubblica del territorio comunale rappresenta una delle maggiori sfide per le Amministrazioni Comunali ed una questione di grande interesse per i residenti e le imprese locali, con ripercussioni che investono le problematiche del risparmio energetico, della sicurezza, di salvaguardia delle persone e della circolazione di veicoli nelle strade comunali, principali e secondarie.

A queste ragioni si aggiungono le esigenze di tipo ambientale, di valorizzazione monumentale e paesaggistiche, di esaltazione urbana dell'immagine notturna.

Sulla base di queste considerazioni la Regione Lombardia, con la Legge n.17 del 27 marzo 2000, ha evidenziato la necessità di una razionalizzazione del settore dell'illuminazione pubblica ed ha imposto ai Comuni di dotarsi di Piani Regolatori Comunali di Illuminazione (**PRIC**), come strumento che disciplina le nuove installazioni e l'adeguamento degli impianti esistenti ai requisiti prescritti, per migliorare la qualità dell'illuminazione e la tutela, sia diurna che notturna, del territorio comunale, ma anche con finalità di riduzione sul territorio regionale dell'inquinamento luminoso, dei consumi energetici, delle conseguenti emissioni di gas serra e di salvaguardia della volta celeste.

Il **PRIC**, attraverso le sue componenti di analisi dello stato di fatto, di valutazione delle scelte, di previsione degli interventi migliorativi e degli adeguamenti tecnologici, stabilisce le linee guida per la programmazione degli interventi sul territorio comunale, pianificando tutte le realizzazioni (rifacimenti e nuovi impianti) attraverso un programma pluriennale e che consente l'esatta valutazione del rapporto tra i costi di trasformazione dei servizi tecnologici ed i benefici offerti ai cittadini.

La stesura di un **PRIC** è indispensabile per conoscere la situazione degli impianti nel Territorio Comunale,

- in termini quantitativi con riferimento al numero dei punti luce, alle tipologie delle sorgenti luminose e degli apparecchi di illuminazione, ed
- in termini qualitativi con riferimento alla vetustà degli impianti, allo stato di conservazione ed alle caratteristiche generali dell'impianto.

Il **PRIC** rappresenta anche un nuovo strumento che consente all'Amministrazione Comunale di programmare ed attuare una duplice funzione:

- la prima verso nuove soluzioni di risparmio garantendo la sicurezza dei cittadini,
- la seconda per attrarre nuove forme di investimenti.

GLI OBIETTIVI

Gli obiettivi specifici richiesti per la stesura di un **PRIC** sono:

- programmazione dei singoli interventi, pianificazione delle attività di manutenzione, introduzione delle nuove tecnologie nell'ammmodernamento degli impianti di illuminazione esistenti;
- programmazione economica ed energetica,
- univocità degli interventi per aree omogenee del territorio comunale,
- regolamentazione degli interventi privati riconoscibili come di pubblica utilità (arredo urbano, attività commerciali e sportive),
- prevenzione del disagio urbano e miglioramento della percezione di sicurezza attraverso il ruolo fondamentale svolto della luce notturna a tutela delle condizioni di visibilità necessarie al traffico cittadino pedonale ed automobilistico,
- promozione dell'immagine della Città, mettendo in risalto gli aspetti estetici, architettonici, monumentali e paesaggistici del territorio, in un contesto qualificato di decoro urbano (illuminazione artistica e scenografica) a qualsiasi ora del giorno e della notte,
- estensione delle aree pedonali, sviluppo commerciale e/o turistico del territorio, pur rispettando la centralità delle esigenze del benessere civico.

L'elaborazione di un **PRIC** richiede un'analisi qualitativa e quantitativa nel contesto del territorio comunale ed un coordinamento efficace con gli altri strumenti urbanistici che governano la trasformazione degli spazi e dei servizi urbani e regolano lo sviluppo, il recupero edilizio e infrastrutturale del Territorio Comunale.

Di conseguenza, il **PRIC** deve obbligatoriamente fare riferimento ed armonizzarsi, almeno, con i seguenti strumenti urbanistici (quando presenti):

- Piano Generale del Territorio (**PGT**) o, in alternativa, con il Piano Regolatore Generale (**PRG**) della Città,
- Piano Energetico Comunale (**PEC**),
- Piano Generale del Traffico Urbano (**PGTU**),
- Norma UNI 11248 e EN 13201 "Illuminazione stradale".
- Codice della Strada [1].

Le indicazioni e le prescrizioni contenute in questi documenti costituiscono un riferimento obbligatori per la stesura del **PRIC** e la valutazione dei parametri da adottare nella gestione degli impianti in funzione e nella progettazione dei nuovi impianti di illuminazione.

Gli obiettivi e le finalità del **PRIC** si estendono oltre i limiti imposti da un semplice strumento tecnico-disciplinare. I principi tecnologici ed illuminotecnici vengono definiti nel contesto di un programma di sviluppo e valorizzazione urbanistica che ha come potenziali fruitori i cittadini, le attività culturali, ricreative, turistiche e commerciali, le forze dell'ordine, i produttori di sistemi illuminotecnici, le imprese installatrici, le società di gestione e manutenzione.

E' da evidenziare come le indicazioni del **PRIC**, per quanto rigorose, individuano esclusivamente il quadro d'azione per gli interventi, definendo le dinamiche generali e gli

[1] impone ai Comuni con più di 30.000 abitanti la redazione dei Piani Urbani del Traffico.

intentivi condivisi, ma non sostituiscono l'opera del progettista, non pregiudicano la creatività e non costituiscono un ostacolo al progresso tecnologico.

I CONTENUTI

Il **PRIC** è uno strumento di analisi e programmazione, di progettazione e di controllo che disciplina le modalità di intervento per lo sviluppo, la gestione e la manutenzione degli impianti e della rete elettrica per l'illuminazione pubblica nel territorio comunale.

Nella sua interezza il **PRIC** è un insieme di documenti descrittivi (relazioni) ed elaborati grafici (schemi e tavole), strutturati ed indicizzati per le seguenti prestazioni.

➤ Analisi conoscitiva.

Studio dello stato di fatto dell'impianto comunale per l'illuminazione pubblica, con risvolti che afferiscono allo sviluppo del centro abitato e delle sue caratteristiche morfologiche, alle tipologie edilizie esistenti, ai vincoli architettonici, ed alla individuazione dei punti nodali e degli assi principali.

In particolare, attraverso l'analisi conoscitiva:

- si esaminano le aree omogenee del comune,
- si identificano i vincoli ambientali e storico-artistici,
- si acquisiscono i dati riguardanti la classificazione della rete stradale,
- si individua la consistenza e le caratteristiche dell'impianto esistente, effettuando un censimento per tipologia degli apparecchi illuminanti, qualità delle sorgenti luminose, valori di illuminamento e luminanza sul piano stradale, tipologia dei pali e dei sostegni, vetustà di tutti i componenti, potenza elettrica impegnata e rete elettrica dedicata per l'alimentazione degli impianti.

➤ Programmazione degli interventi.

Produzione degli elaborati, grafici e descrittivi, che disciplinano le modalità di intervento nell'esecuzione dei progetti di illuminazione pubblica, motivando i criteri di scelta, la stima degli investimenti, le modalità di gestione e manutenzione. I parametri tecnici più significativi riguardano:

- la tipologia dell'impianto di illuminazione,
- la temperatura di colore e la resa cromatica delle sorgenti luminose,
- le caratteristiche tecniche delle sorgenti luminose e dei sostegni.

➤ Progetti guida per settori urbani.

Individuano gli interventi-tipo, le criticità, i vincoli ambientali e quelli di natura storico-artistiche.

Con l'adozione del **PRIC** le Amministrazioni Comunali affrontano e risolvono una serie di questioni importanti per lo sviluppo sostenibile del proprio territorio, indirizzate soprattutto alle problematiche di impatto ambientale, efficienza energetica, responsabilità dei rischi, razionalizzazione dei costi gestionali e rapporti tra l'Amministrazione ed i Committenti.

Impatto Ambientale

I fattori principali che determinano un impatto ambientale degli impianti illuminazione pubblica sono:

- le emissioni di gas serra conseguenti alla generazione dell'energia elettrica, stimate tra il 30% ÷ 50% delle emissioni complessive del territorio locale;
- esaurimento delle riserve di fonti energetiche tradizionali,
- inquinamento luminoso, con effetti luminosi indesiderati negli spazi privati,
- inquinamento luminoso del cielo, con ridotta visibilità del cielo notturno,
- smaltimento dei rifiuti.

Tutti questi effetti possono essere significativamente ridotti attraverso l'impiego di più efficienti componenti per gli impianti di illuminazione pubblica.

Efficienza Energetica

Gli interventi più significativi per migliorare l'efficienza energetica degli impianti per l'illuminazione pubblica riguardano essenzialmente la scelta dei livelli di illuminazione adeguata, l'utilizzo di nuove tecnologie elettroniche, la sostituzione delle sorgenti luminose attuali con lampade a più alta efficienza e l'uso di apparecchi con alti rendimenti.

Scelta di livelli di illuminazione adeguata

Il miglioramento dell'efficienza energetica deve essere considerato nel rispetto delle normative vigenti per garantire i livelli di illuminazione (illuminamento e luminanza) adeguati per le strade principali e secondarie e l'uniformità di illuminazione sulle superfici, la spaziatura dei pali e dei sostegni delle sorgenti luminose con riferimento al flusso emesso in un contesto soddisfacente per la distribuzione della luce ottenibile.

Sono da escludere, in modo inequivocabile, le decisioni per installare sorgenti luminose in una modalità *ad hoc*, come ad esempio l'aggiunta di un apparecchio luminoso per rispondere alle richieste particolari dei residenti o evitare reclami.

Alimentatori (per lampade a scarica ad alta intensità) e Reattori Elettronici (a stato solido)

L'uso di questi componenti elettronici consente di:

- ridurre il circuito di potenza (tra 15% ÷ 20%), ovvero dell'energia utilizzata da tutto il sistema che costituisce il corpo illuminante,
- estendere la vita della lampada, riducendo i costi di manutenzione e smaltimento rifiuto,
- eliminare il problema delle luci ciclicamente accese e spente,
- ridurre le ore di funzionamento notturno; attraverso accensioni posticipate, spegnimenti anticipati, e regolazione della potenza elettrica istantanea,
- eliminazione del consumo di elettricità durante il giorno, quando il sistema lampada è disattivato.

Sostituzione delle tipologie di sorgenti luminose

Le decisioni per la sostituzione delle tipologie di sorgenti luminose con lampade ad alta efficienza, devono essere assunte per:

- la sostituzione delle lampade, individualmente o a gruppi, alla fine della loro ciclo di vita economica (da prevedere tra le azioni per gli aggiornamenti),
- l'installazione di lampade più efficienti prima della fine del loro ciclo di vita economica, se è dimostrata la convenienza economica rispetto al ciclo di vita della lampada esistente,

- le nuove integrazioni progettuali che, rispettando i livelli di illuminazione previsti dalle legislazioni vigenti, garantiscono un costo significativamente inferiore rispetto a quello previsto nei programmi di potenziamento dell'illuminazione pubblica in aree esistenti.

Responsabilità dei rischi

La percezione del rischio svolge un ruolo importante nella valutazione delle opportunità degli interventi. La progettazione, la gestione e la manutenzione degli impianti per l'illuminazione pubblica devono prevedere una completa analisi dei rischi, e delle rispettive responsabilità, compresa una valutazione:

- dei rischi di non cambiare, come ad esempio, l'utilizzo di apparecchi luminosi che comportano difficoltà di approvvigionamento,
- insufficienti livelli di illuminazione, soprattutto in considerazione della sostituzione delle lampade a vapore di mercurio,
- utilizzo di nuove tecnologie e/o di tecnologie non ancora mature,
- tasso di guasti ed errori, rispetto ai dati di targa dei componenti forniti dai produttori,
- garanzie, tempi di intervento e di approvvigionamento dei materiali,
- aumento dei requisiti per la manutenzione,
- cambiamento dei fattori finanziari,
- condivisioni e gestioni attraverso accordi e partnership,
- responsabilità giuridica e prestazioni assicurative da fornire per i danni derivanti di infortuni o episodi di criminalità conseguenti a livelli di illuminazione risultata insufficiente.

Rapporti tra l'Amministrazione Comunale ed i Committenti

In genere, i regolamenti Nazionali, Regionali e Comunali stabiliscono gli accordi formali, le norme minime di riferimento e le modalità di interfacciamento tra le Amministrazioni Comunali con le Imprese di distribuzione dell'energia elettrica e/o con le Società di gestione.

Ma i codici di illuminazione e/o le tabelle di carico possono avere un'influenza sul tipo e sul costo degli impianti di illuminazione pubblica.

I codici di illuminazione devono specificare almeno:

- le norme minime per la manutenzione e le relative garanzie di livello di servizio,
- i requisiti minimi per gli inventari, i piani di gestione, le prestazioni di segnalazione e fatturazione,
- i requisiti per la determinazione dell'offerta (compresi i requisiti per le consulenze).

Le tabelle di carico devono, invece, prevedere la possibilità di passaggi aggiuntivi quando si propongono, per la sostituzione, tipologie di sorgente luminosa non elencate nella tabella di carico concordata.

Razionalizzazione dei costi gestionali

Gli impianti per l'illuminazione pubblica impongono costi significativi per l'Amministrazione Comunale. Oltre ai costi di esercizio, i più onerosi sono relativi alla manutenzione ed alla sostituzione delle lampade. Il metodo di calcolo di questi costi varia

in funzione del tipo di lampada ed incidono per circa **36 €÷44 €** per punto luce, nei casi più virtuosi.

Il rendimento finanziario è uno dei fattori che deve essere sempre considerato nella valutazione delle opportunità di miglioramento, tenendo conto di tutti i fattori che concorrono all'analisi dei rischi, alla qualità del servizio, alla certezza di ottenere le previsioni di risparmio, alla conferma della stima sulla longevità dei risparmi, alle risorse necessarie per attuare i miglioramenti (compresi i fondi e la gestione del personale e di tutte le risorse necessarie).

I miglioramenti del rapporto costo - efficienza degli impianti di illuminazione pubblica, spesso, richiedono investimenti di capitale. Nei casi in cui né l'Amministrazione Comunale né le Imprese intendano effettuare questi investimenti, il PRIC deve prevedere la possibilità di offrire il servizio [2] come investimento a terzi (*project financing*). Il ricorso ad un tale strumento di finanziamento in moltissimi casi riduce l'onere finanziario, soprattutto per le Amministrazioni Comunali.

IL CONTESTO LEGISLATIVO

L'ambito di azione del **PRIC** rende necessario il "dialogo" con le singole Norme Tecniche, al fine di integrare il **Piano della Luce** con tutti gli strumenti urbanistici che regolano la trasformazione del territorio comunale: tra questi, il Piano Regolatore Generale o il Piano di Governo del Territorio e, qualora fosse esecutivo, il Piano Generale del Traffico Urbano (**PGUT**).

Alla Pubblica Amministrazione è spesso demandata la definizione di un quadro legale per la regolamentazione degli interventi futuri.

Ad esempio,

- una **delibera comunale** di servitù pubblica, per l'installazione di apparecchi su facciata, oppure
- la definizione e la scala valori per gli impatti visivi notturni di insegne e cartellonistica luminosa, attraverso la redazione di un cronogramma della luce artificiale urbana che definisca il carattere temporale delle diverse forme di illuminazione (permanente, stagionale, di sicurezza, di gala per eventi, ecc.).

Di seguito sono elencati i riferimenti normativi principali e le raccomandazioni, fornite dalla Regione Lombardia, per la redazione del **PRIC**. Le indicazioni e le prescrizioni contenute in questi documenti governano i criteri di scelta ed i parametri tecnici da adottare per la progettazione dei nuovi impianti di illuminazione e la gestione di quelli esistenti.

Legislazione

- Legge Regionale Lombarda n. 17 del 27.03.2000 in tema di "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso".
- Deliberazione Giunta Regionale 20.09.2001, n° 6162: "Criteri di applicazione della L.R. n° 17 del 27.03.2000, "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso".

[2] In genere fornito dalle ESCO (Energy Service Company).

in funzione del tipo di lampada ed incidono per circa **36 €÷44 €** per punto luce, nei casi più virtuosi.

Il rendimento finanziario è uno dei fattori che deve essere sempre considerato nella valutazione delle opportunità di miglioramento, tenendo conto di tutti i fattori che concorrono all'analisi dei rischi, alla qualità del servizio, alla certezza di ottenere le previsioni di risparmio, alla conferma della stima sulla longevità dei risparmi, alle risorse necessarie per attuare i miglioramenti (compresi i fondi e la gestione del personale e di tutte le risorse necessarie).

I miglioramenti del rapporto costo - efficienza degli impianti di illuminazione pubblica, spesso, richiedono investimenti di capitale. Nei casi in cui né l'Amministrazione Comunale né le Imprese intendano effettuare questi investimenti, il PRIC deve prevedere la possibilità di offrire il servizio [2] come investimento a terzi (*project financing*). Il ricorso ad un tale strumento di finanziamento in moltissimi casi riduce l'onere finanziario, soprattutto per le Amministrazioni Comunali.

IL CONTESTO LEGISLATIVO

L'ambito di azione del **PRIC** rende necessario il "dialogo" con le singole Norme Tecniche, al fine di integrare il **Piano della Luce** con tutti gli strumenti urbanistici che regolano la trasformazione del territorio comunale: tra questi, il Piano Regolatore Generale o il Piano di Governo del Territorio e, qualora fosse esecutivo, il Piano Generale del Traffico Urbano (**PGUT**).

Alla Pubblica Amministrazione è spesso demandata la definizione di un quadro legale per la regolamentazione degli interventi futuri.

Ad esempio,

- una **delibera comunale** di servitù pubblica, per l'installazione di apparecchi su facciata, oppure
- la definizione e la scala valori per gli impatti visivi notturni di insegne e cartellonistica luminosa, attraverso la redazione di un cronogramma della luce artificiale urbana che definisca il carattere temporale delle diverse forme di illuminazione (permanente, stagionale, di sicurezza, di gala per eventi, ecc.).

Di seguito sono elencati i riferimenti normativi principali e le raccomandazioni, fornite dalla Regione Lombardia, per la redazione del **PRIC**. Le indicazioni e le prescrizioni contenute in questi documenti governano i criteri di scelta ed i parametri tecnici da adottare per la progettazione dei nuovi impianti di illuminazione e la gestione di quelli esistenti.

Legislazione

- Legge Regionale Lombarda n. 17 del 27.03.2000 in tema di "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso".
- Deliberazione Giunta Regionale 20.09.2001, n° 6162: "Criteri di applicazione della L.R. n° 17 del 27.03.2000, "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso".

[2] In genere fornito dalle ESCO (Energy Service Company).

- Deliberazione Giunta Regionale n° 2611 del 02.12.2000: "Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto".
- Deliberazione Giunta Regionale n° 8950 del 03.08.2007: "Legge regionale 27 marzo 2000, n. 17 – Linee guida regionali per la redazione dei piani comunali dell'illuminazione".
- Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992 : "Nuovo Codice della Strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- Decreto legislativo 360/93: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992.
- D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico".
- DPR 503/96 : "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche"
- Leggi n. 9 del gennaio 1991 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali".
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- Allegato II Direttiva 83/189/CEE legge n.317 del 21.06.1986 sulla realizzazione di impianti a regola d'arte e analogo DPR 447/91 (regolamento della legge 46/90).

Normative

- UNI 11248:2007 Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche.
- EN 13201-2-3-4 Illuminazione stradale: requisiti prestazionali, calcolo delle prestazioni, metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.
- UNI 10819:1999 Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso (solo per quanto riguarda le definizioni).
- Norma UNI EN 40: "Pali per illuminazione pubblica".
- Norma CEI EN 60598: "Apparecchi di illuminazione".
- Norma CEI 34 - 33 "Apparecchi di Illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale".
- Norme CEI del comitato 34 "Lampade e relative apparecchiature".
- Norma CEI 11 - 04 "Esecuzione delle linee elettriche esterne".
- Norma CEI 11 - 17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica; linee in cavo".
- Norma CEI 64 - 07 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari".
- Norma CEI 64 - 08 "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V".

Raccomandazioni e Guide.

- Decreto del Direttore Generale Reti, Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo sostenibile della Regione Lombardia, n. 8950 del 03.082007 (pubblicato sul BURL n. 33 Serie Ordinaria del 13.08 2007), che definisce le linee guida per la redazione dei Piani Comunali dell'illuminazione pubblica.
- CIE Pubblicazione n. 136: "*Guide to the lighting of urban areas*" (2000).
- CIE Pubblicazione n. 115: "*Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic*" (1995).
- ENEL/Federelettrica "Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica" (1990).
- AIDI "Raccomandazioni per l'illuminazione pubblica" (1993).
- Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU).
- AIDI "Guida per il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione Pubblica" (1998).

CONSUMI ENERGETICI ED INQUINAMENTO ATMOSFERICO.

E' stato calcolato [³] che il **consumo elettrico complessivo per illuminazione pubblica** è circa il **2%** dei consumi nazionali, corrispondenti a **5.917 milioni di kWh annui**, che a loro volta corrispondono a circa il 3% delle emissioni che il nostro Paese deve abbattere per raggiungere gli obiettivi di Kyoto. Questo consumo pesa sulla bolletta energetica Nazionale per circa **12,6 milioni di tonnellate di petrolio** e **4,26 milioni di tonnellate di CO2**.

Ma esiste un margine di miglioramento nell'efficienza energetica, stimato superiore al **32%** in valore economico (rapporto tra risparmio potenziale e consumo reale) con un conseguente **risparmio energetico complessivo pari a 286.125 MWh**, ed una **mancata emissione di 206.010 tonnellate di CO2/anno**.

[³] Fonte: Legambiente - "**Facciamo piena luce!**" - prima indagine nazionale realizzata da Legambiente e dal dipartimento di Ingegneria elettrica dell'Università di Padova in tema di **efficienza e sprechi nell'illuminazione pubblica**.

ANALISI CONOSCITIVA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune di Cardano al Campo registra nel 2009: 14.393 abitanti (M 7.041, F 7.352) e si trova nel nord Italia, nella regione Lombardia, in provincia di Varese. E' situato in una posizione strategica: si trova a 2 km dall'aeroporto di Milano Malpensa, a 35 km da Milano, e a poche decine di km dalle principali località turistiche di Piemonte, Lombardia e Svizzera (Lago Maggiore, Lago di Lugano, Como, Varese, Orta).

Il Comune di Cardano al Campo fa parte dell'area naturalistica del Parco del Ticino e accoglie nel suo territorio una vasta porzione di boschi, che permettono di intraprendere una serie di percorsi ciclopeditoni di grande interesse.

Le Figure 3.1 e 3.2 illustrano, rispettivamente, l'ubicazione territoriale del Comune di Cardano al Campo e la localizzazione provinciale.

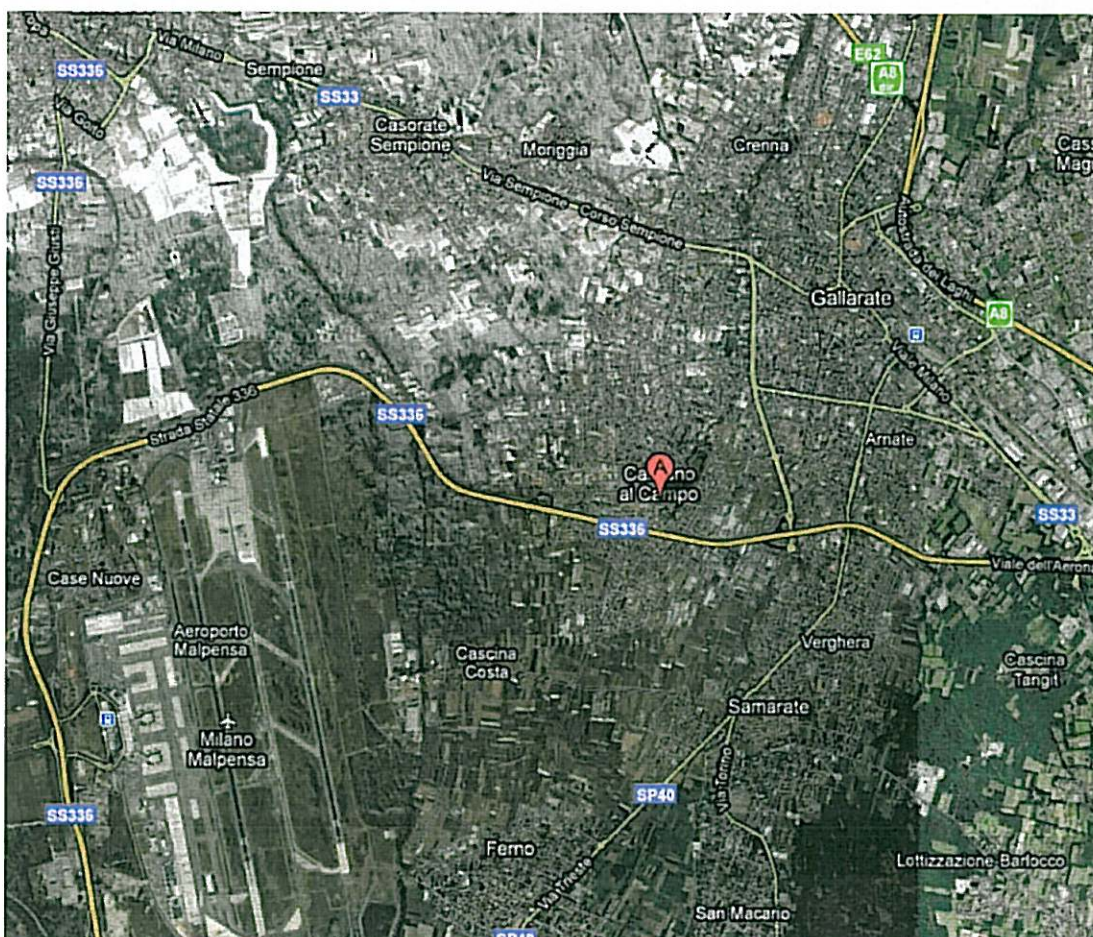


Figura 3.1 - Inquadramento comunale del territorio di Cardano al campo.

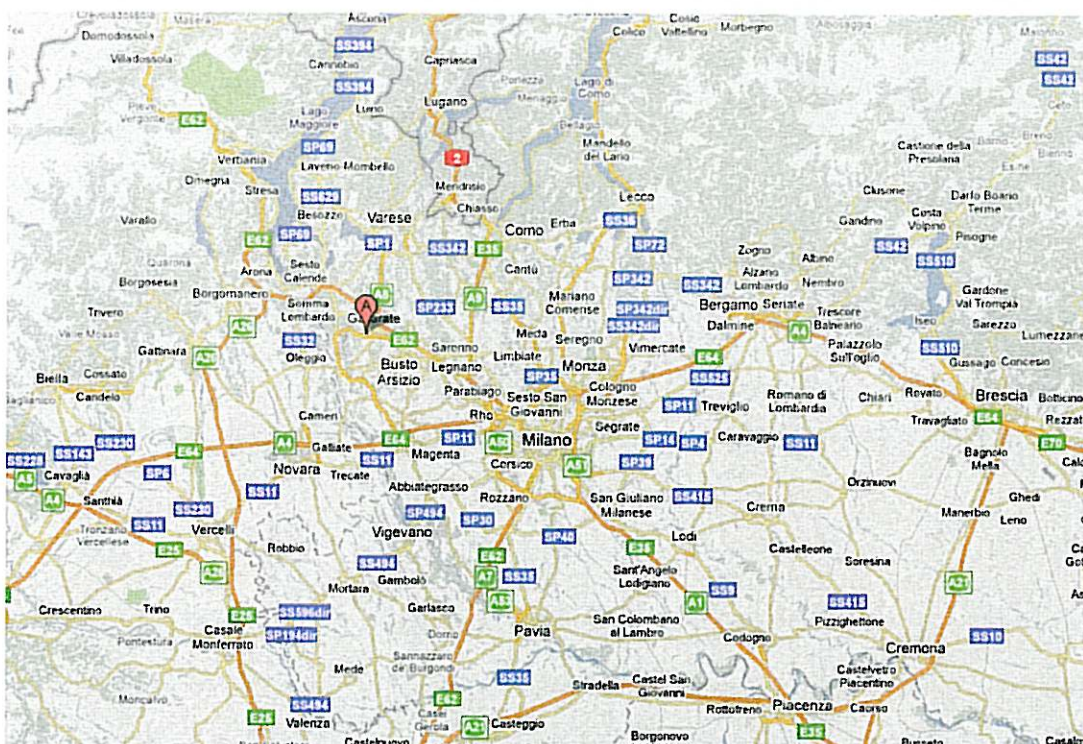


Figura 3.2 – Inquadramento provinciale del territorio di Cardano al Campo.

Nel prospetto illustrato in Tabella 3.1 sono contenuti i dati geografici e statistici più rilevanti per la caratterizzazione del Comune di Cardano al Campo e del proprio territorio comunale.

Superficie:	9,38 Km ^q .
Comuni limitrofi:	<u>Provincia di Varese</u> Gallarate (2,9 km), Samarate (3,0 km), Casorate Sempione (3,8 km), Ferno (4,0 km) Besnate (5,4 km), Arsago Seprio (5,8 km), Lonate Pozzolo (6,0 km), Cavaria con Premezzo (6,1 km), Jerago con Orago (6,8 km), Cassano Magnago (6,8 km), Somma Lombardo (7,7 km), Oggiona con Santo Stefano (8,0 km), Busto Arsizio (VA 9,1 km), Albizzate (9,5 km), Solbiate Arno (9,5 km), Vizzola Ticino (9,5 km) Sumirago (9,9 km), Fagnano Olona (10,3 km), Mornago (10,8 km), Carnago (10,8 km), Vergiate (11,5 km), Castronno (11,7).
	<u>Provincia di Milano</u> Vanzaghello (7,8 km), Magnago (8,5 km) Castano Primo (10,5 km).
Distanza dal capoluogo (VA):	24 Km.
Altitudine:	240 m. slm.
Zona Altimetrica	Pianura
Classificazione Sismica	Sismicità molto bassa
Gradi giorno	2.880
Zona Climatica	E
Numero abitanti:	14.393
Densità di abitanti per Km ^q	1.534,4
Numero Abitazioni (2001)	5.025
Nuclei familiari:	4.779

Tabella 3.1 – dati geografici e statistici del Cardano al Campo.

CENNI STORICI

La denominazione "CARDANO" è molto controversa ed è strettamente legata al susseguirsi delle vicende storiche. Gli studiosi di toponomastica hanno avanzato molte tesi sulla derivazione del nome suggerendo opinioni diverse tra le quali: "CARDUUS" arbusto selvatico irto di spine, "CAR" luogo fortificato, "KAR" pietra o terreno sassoso, "CARDUS" linea, strada, fossato agricolo. L'ipotesi della presenza sul territorio di un accampamento romano trova riscontro nel decreto del re Vittorio Emanuele II che, nel 1864, aggiunge il nome "al Campo" per evitare problemi di omonimia con altri paesi.

Lo Stemma comunale riproduce, nella parte superiore, l'emblema delle più antiche famiglie del luogo, quella dei Cardano, che annovera tra i suoi discendenti lo scienziato del Rinascimento Gerolamo. Sullo sfondo di colore oro spicca un castello rosso formato da tre torri merlate alla ghibellina, il centrale murato di nero nella parte superiore, e sormontato da un'aquila nera dalle ali spiegate. Nella parte inferiore, su sfondo verde, sono presenti tre tende d'accampamento argentate con banderuole rosse. Sopra lo stemma vi è una corona con nove merli alla ghibellina.

Cardano al Campo vanta un'antica storia che affonda le sue radici già nel periodo romano. I ritrovamenti archeologici avallano l'ipotesi dell'esistenza in epoca romana, dopo il II secolo d.C. e in età tardo-imperiale, di un centro abitato disposto lungo due vie principali che prendono i nomi di Cardo (in direzione nord-sud, attualmente individuabile nelle vie Roma, Gerolamo Cardano, Garibaldi, XX Settembre) e di Decumano (in direzione est-ovest, corrispondente alle vie Delle Roggette, Guaranguala, Cavallotti, Al Parco e Carreggia).

I più antichi documenti scritti dove appare il toponimo Cardano risalgono al periodo longobardo. Nel corso del XII secolo il borgo risulta appartenente alla contea del Seprio. In questo periodo si farebbero risalire le origini della famiglia Cardano, che ha tra i suoi maggiori esponenti il sacerdote Milone, divenuto arcivescovo di Milano nel 1187. Questa famiglia e quella dei Castiglioni furono i primi signori del paese. Alla fine del Medioevo Cardano faceva parte del feudo di Gallarate che rimase sotto il dominio del ducato di Milano fino al 1530.

Nel 1600 i territori lombardi subirono l'invasione dei Lanzichenecci e furono teatro degli scontri tra le truppe francesi e spagnole impegnate a combattere la guerra dei Trent'Anni. Durante il 1630 la popolazione cardanese fu colpita dalla peste. Uno dei luoghi di raccolta e di cura dei malati era nella zona dell'attuale via Lazzaretto e, presumibilmente, anche nella chiesa di S. Pietro. In questo periodo l'attività economica era l'agricoltura praticata sia da piccoli proprietari, sia alle dipendenze dei feudatari.

Il secolo successivo fu caratterizzato dal passaggio del feudo di Gallarate dalla famiglia Visconti a quella di Castelbarco, dalle riforme di Maria Teresa d'Austria e da un breve periodo di dominio napoleonico.

Nei primi anni dell'Ottocento la popolazione era formata da 1300 abitanti dediti prevalentemente all'agricoltura, all'allevamento e, in minima parte, impiegati nel settore tessile. Dal 1812 al 1818 gli abitanti furono colpiti da una pestilenza di tifo petecchiale che mise a dura prova le loro già precarie condizioni di vita. Durante il Risorgimento, i patrioti del gallaratese si mostrano molto attivi politicamente, prova ne sono le riunioni clandestine che si svolgevano presso la farmacia di Giuseppe Castelli il cui fratello, Carlo, abitava a Cardano. In questi anni furono proclamati: il primo medico condotto, Gaspare Rigoli, e la prima maestra. La fine di questo secolo vide la nascita di importanti fabbriche tessili (Bonomi, Sironi, Colombo, Villa) che hanno favorito una rapida industrializzazione.

Nel corso dell'ultima guerra mondiale Cardano subì l'occupazione tedesca. Furono requisite le ville lungo le vie Porraneo e Torre per essere trasformate in sedi di servizi militari. La Resistenza partigiana fu attiva e causò gravi perdite. I Caduti Cardanesi per la Liberazione furono: Idalio Spotti, Amatori Spotti, Luigi Ferrazzi, Pasquale Grossoni, Napoleone Ruberto, ai quali sono dedicate alcune vie del paese.

OSSERVATORI ASTRONOMICI ED INQUINAMENTO LUMINOSO

Le Leggi Regionali sull'inquinamento luminoso, vigenti in Lombardia, Veneto [L.R. 27/1997], Friuli Venezia Giulia [L.R. 15/2007], Emilia-Romagna [L.R. 19/2003], Toscana [L.R. 25/2005], Marche [L.R. 10/2002], Umbria [L.R. 20/2005], Abruzzo [L.R. 12/2005], Lazio [L.R. 13/2000] e Puglia [L.R. 15/2005], in attesa della promulgazione di una normativa nazionale, individuano le misure relative al contenimento della dispersione luminosa.

Nella Regione Lombardia, la L.R n.17 del 27 marzo 2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso", cui hanno fatto seguito la Delibera della Giunta Regionale del 2 dicembre 2000 "Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto" e la Delibera della Giunta Regionale del 20 settembre 2001 "Criteri per l'applicazione della LR 17/2000 e 38/2004", consente di individuare i criteri di progettazione e di adeguamento degli impianti di illuminazione pubblica sull'intero territorio della Regione, e le aree ricadenti nel perimetro di un Osservatorio Astronomico accreditato.

L'area comunale di Cardano al Campo ricade nell'area di competenza dell'Osservatorio Astronomico G.V. Schiaparelli di Campo dei Fiori (VA).

LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

Al fine di armonizzare le previsioni di intervento in campo edilizio/urbanistico con quelle relative alla tipologia, alla quantità, ed alla qualità di luce installata e da installare, la redazione del **PRIC** deve prevedere la dislocazione dei nuovi interventi e la filosofia espressa nei confronti del tessuto consolidato, in relazione ai coefficienti d'uso della viabilità ed alle sue categorie.

Il PRIC proposto per il Comune di Cardano al Campo, viene redatto in sinergia con il PGT in fase di redazione e considerati gli impegni in atto dell'Amministrazione per le trasformazioni e le riqualificazioni, introduce nel progetto le norme per l'illuminazione pubblica riguardanti le tipologie di sorgente e gli apparecchi luminosi, suggerendo le linee guida generali per la riqualificazione degli impianti esistenti e la progettazione delle nuove installazioni.

LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE ED IL PIANO DEL TRAFFICO

Il PGTU rappresenta lo strumento che può avere a disposizione dell'Amministrazione Comunale per programmare la gestione della mobilità in ambito urbano, con riferimento ad un orizzonte temporale limitato e ad uno schema infrastrutturale che tenga conto essenzialmente della situazione esistente, rispetto al quale individuare gli interventi di ottimizzazione. L'obiettivo principale del PGTU è rappresentato, quindi, dalla mitigazione degli impatti del traffico veicolare sul nucleo urbano e quindi sulla fruibilità degli spazi e delle funzioni presenti, con particolare attenzione alla riduzione delle situazioni critiche per la sicurezza delle diverse categorie di utenti.

Il PGTU include:

- la classificazione della rete viaria, finalizzata a favorire la separazione dei flussi traffico,
- il regolamento viario, che definisce le caratteristiche geometriche e di traffico delle diverse categorie di strada, fornendo quindi le condizioni per l'ottimizzazione delle prestazioni dei singoli itinerari,
- lo schema di circolazione, che delinea le caratteristiche di percorrenza della rete stradale.

Nel realizzare il **PRIC**, il PGTU rappresenta uno strumento fondamentale per la definizione delle categorie illuminotecnico di progetto strettamente legate alla tipologia di mobilità caratterizzante una determinata strada.

La classificazione delle strade viene quindi attuata, a seguito di sopralluoghi sul campo, in base alle definizioni delle "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei Piani Urbani del Traffico" del 24/06/95, al Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992, "Nuovo Codice della Strada" e alle definizioni presenti nella normativa illuminotecnica UNI 11248 e EN 13201-2.

Le categorie delle strade prese in considerazione sono riportate al paragrafo riguardante le tavole Ni, in cui si definiscono le classi di progetto per gli interventi di illuminazione.

AMBITI DI PARTICOLARE RILEVANZA

Dall'analisi della pianificazione e dall'attività di sopralluogo sono emersi alcuni ambiti ritenuti meritevoli di particolari attenzioni progettuali e cura negli interventi, in quanto parti rilevanti del pur esiguo patrimonio storico - ambientale del Comune.

Le attività hanno consentito di individuare i siti di particolare rilevanza comunale.

In dettaglio, ci si è riferiti ai seguenti:

Analisi di alcune strade:

Strade extraurbane secondarie - ME3a

Via Papa Giovanni XXIII fino incrocio via per Casorate.

Strade urbane interquartiere e di quartiere - ME3c:

Via Papa Giovanni XXIII da via per Casorate fino a confine comunale.

Strade locali urbane ME4b - CE3 - CE4

Via Gramsci.

Via Gran Paradiso.

Via Adige.

Via Garibaldi.

Via Marche.

Via Oberdan.

Via Belluno.

Proposte di intervento

Ambito A: Strada extraurbana secondaria ME3a - Via Giovanni XXIII.

Ambito B: Strada urbana (inter)quartiere ME3c - Via Giovanni XXIII.

Ambito C: Strada locale urbana ME4b – Via Gramsci.

Ambito D: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE3 – P.za Falcone e Borsellino,

Ambito E: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4– Via Viverone.

Ambito E: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4– **Nuovo tratto da via Stigliano a via Sandro Pertini.**

Ambito E: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4– **Nuovo tratto strada comunale Ronchetto.**

Ambito F: Aree esclusivamente pedonali o ciclabili S3 – Via Adige.

Ambito G: Via Liberazione: Giardino rialzato su Via G. da Cardano.

Ciascuno di questi ambiti, all'interno del piano della luce, sarà interessato da una progettazione preliminare con indicazioni per il seguente sviluppo di un progetto approfondito.

IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Il Piano della Luce riunisce tutte le informazioni inerenti lo stato di fatto e di progetto dell'illuminazione pubblica del comune di Cardano al Campo, ovvero:

- classificazione delle tipologie di apparecchi e di installazioni presenti in ogni via e piazza;
- classificazione delle tipologie di lampade installate negli apparecchi di illuminazione presenti in ogni via e piazza. Questo permette di visualizzare gli interventi già realizzati, ma anche di facilitare le scelte per quelli in programmazione;
- classificazione delle strade secondo i livelli di luminanza e illuminamenti medi rilevati sulla base dei dati fornitici. La visualizzazione grafica fornisce chiare informazioni sull'illuminazione del tracciato viario e una lettura delle diverse zone;
- individuazione delle classi di progetto per gli impianti di illuminazione stradale in relazione alla norma UNI "Illuminazione stradale" (UNI 11248 – CEN/TR 13201-1) e indicazioni generali di massima dei nuovi impianti;
- individuazione delle priorità e degli interventi conseguenti suddivisi per tipologie meccaniche (pali in cemento), fotometriche (apparecchi non conformi alle leggi sull'inquinamento luminoso 17/00 e con scarso rendimento) e di lampade (sorgenti al mercurio).

Tutti i dati sono raccolti in elaborati che costituiscono una sorta di atlante illuminotecnico di facile lettura, organizzato in sezioni.

Le tavole realizzate consentono di individuare rapidamente le aree oggetto di interesse e di acquisire tutte le informazioni concernenti le caratteristiche degli impianti di illuminazione: così com'è concepito il Piano della Luce può essere impiegato come strumento di gestione e pianificazione delle nuove opere.

Il materiale costituente il Piano della Luce risulta quindi articolato in 5 sezioni principali:

- **Tavole A** (6 tav.): stato di fatto, individuazione e classificazione delle tipologie di apparecchi e di installazione sul territorio comunale.
- **Tavole Tk** (1 tav.): stato di fatto, individuazione e classificazione delle tipologie di lampade installate sul territorio comunale.
- **Tavole LE** (1 tav.): stato di fatto, distribuzione dei livelli di luminanza e illuminamento medi sulla rete stradale.
- **Tavole Ni** (1 tav.): stato di progetto, definizione delle classi illuminotecniche di progetto delle strade in base alla norma UNI 11248 – EN 13201-1 con indicazioni di progetto di massima.
- **Tavole P** (6 tav.): individuazione delle priorità e degli interventi conseguenti suddivisi per tipologie meccaniche, fotometriche e di lampade.

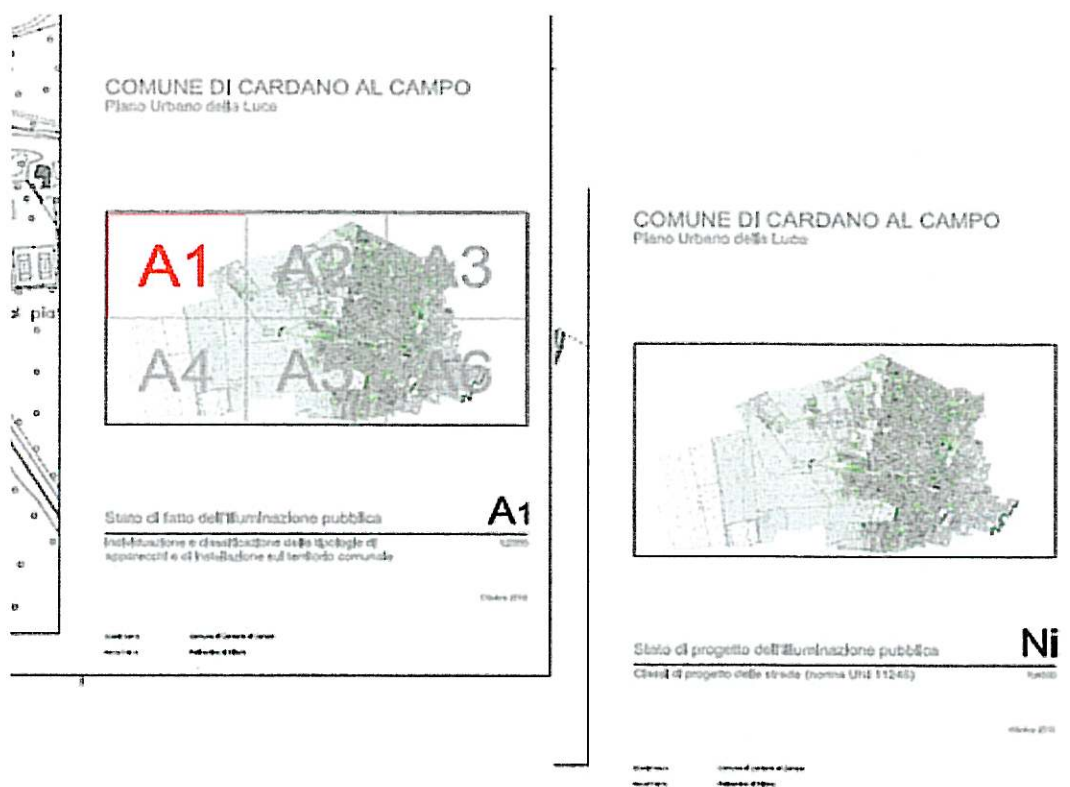
Ogni sezione comprende una legenda dedicata che sta alla base dei criteri utilizzati per la compilazione e la decodificazione delle informazioni presenti nelle tavole. I dati di classificazione sono raggruppati e riordinati in scale di colori e scale di simboli, che permettono di caratterizzare e identificare ogni apparecchio e ogni strada o area.

In questa maniera, ad esempio nelle tavole A i simboli permettono l'individuazione dei singoli punti luce e della tipologia degli apparecchi/installazione.

In altre tavole i colori identificano le caratteristiche peculiari delle zone e delle strade secondo parametri illuminotecnici o normativi.

Nella serie di tavole è possibile effettuare la ricerca "zonale" delle tavole tramite i quadri d'unione presenti nel cartiglio.

Il Piano della Luce è integrato da un elenco dei punti di illuminazione in formato digitale che consente una rapida individuazione dei dati necessari di ogni singolo punto luce (identificato da un codice) o di ogni via / piazza della città. I punti luce comprendono sia gli impianti in carico al Comune sia quelli di competenza Enel Sole.



STATO DI FATTO: RILIEVO DELLE TIPOLOGIE DI APPARECCHI E DI INSTALLAZIONE

TAVOLE A: stato di fatto impianti di illuminazione pubblica.

Individuazione e classificazione delle tipologie di apparecchi e di installazione sul territorio comunale (1:2.000)



Classificazione punti luce

Dal rilievo dello stato di fatto degli impianti di illuminazione pubblica risulta che nel Comune di Cardano al Campo sono installati complessivamente **1.530** centri luminosi su pali, parete e ad incasso. I dati statistici sono ripartiti come di seguito indicato:

- **1.172** centri luminosi di competenza S.O.L.E;
- **358** centri luminosi di competenza comunale.

La classificazione delle tipologie di apparecchi e delle installazioni presenti in ogni via e piazza permette di visualizzare gli interventi già realizzati e di facilitare le scelte per quelli in programmazione.

Per permettere la lettura di tutti i dati, la sezione del Piano della luce dedicata agli apparecchi d'illuminazione è suddivisa in settori: sono state realizzate tavole numerate, ciascuna delle quali indica la porzione di territorio presa in considerazione.

Il criterio adottato nella classificazione degli apparecchi installati per tutti i settori è di suddivisione degli apparecchi in base alla funzione che ricoprono:

- apparecchi stradali
- apparecchi da arredo urbano
- apparecchi a proiezione

Ogni grande famiglia è stata poi suddivisa secondo le tipologie d'installazione, differenti per ognuna di esse.

Apparecchi stradali

Per apparecchi stradali si intendono tutti quelli espressamente studiati per la viabilità, dotati di riflettore di tipo "stradale".

Questa tipologia di apparecchi, sul territorio, viene attualmente utilizzata per illuminare strade, incroci, piazze, parcheggi, piste ciclabili.

Gli apparecchi stradali sono stati suddivisi secondo la tipologia di supporto:

- o "testa-palo", con configurazione singola o in gruppo;
- o "palo con sbraccio", con apparecchio singolo o in gruppo, in cui si considerano pali curvi e bracci montati a mensola su pali dritti;
- o "a parete", per gli apparecchi installati direttamente a parete o con sbraccio montato a parete.

Apparecchi da arredo urbano

Rientrano in questa categoria tutti gli apparecchi adibiti all'illuminazione di piazze, zone pedonali, alcune piste ciclabili, spazi verdi, porticati, ecc.

Appartengono a questa categoria:

- o "testa-palo", lanterne ornamentali, apparecchi a globo, anche in gruppo;
- o "palo con sbraccio", uno o più apparecchi su unico sostegno;
- o "a luce indiretta", apparecchi dotati di superficie riflettente installata sopra alla sorgente, quali quelli installati in piazza Sant'Anastasio
- o "su tesata", quali sono quelli sotto i portici di piazza Erbe;
- o "a plafone", sotto i portici in piazza Sant'Anastasio
- o "a incasso", lungo i percorsi di piazza Sant'Anastasio
- o "bollard", come ai lati della scala del municipio.

Apparecchi a proiezione

Rientrano nella classificazione "apparecchi a proiezione" tutti i proiettori, sia per illuminazione architettonica, sia per illuminazione stradale.

Le principali tipologie di installazione riscontrate sono:

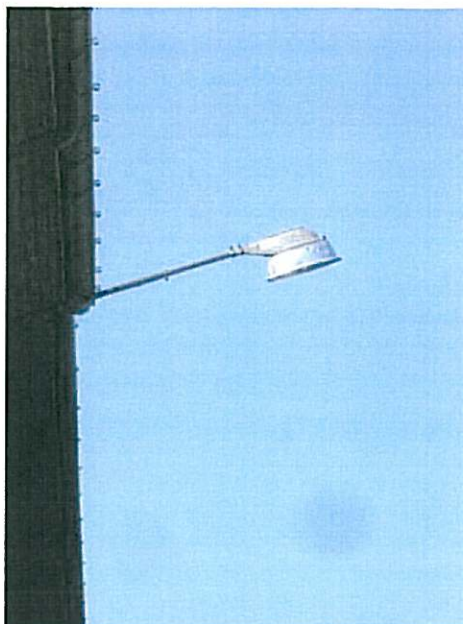
- o "testa palo", tutti gli apparecchi fissati su sostegno verticale, quali quelli in largo Europa Est;
- o "su staffa", gli apparecchi installati per mezzo di una staffa a terra o parete;
- o "ad incasso", installati a terra o nelle pareti come in piazza Sant'Anastasio.



Apparecchio stradale che rispetta la LR 17/2000.
Installazione con sbraccio su palo in CAC.



Apparecchi stradali in via Papa Giovanni XXIII.
Installazione su palo con sbraccio.
Lampada a vapori di mercurio a bassa efficienza.
Apparecchio con basso rendimento e dispersione di flusso luminoso verso l'alto.



Apparecchio stradale a parete.
Lampada a vapori di mercurio a bassa efficienza.
Apparecchio con basso rendimento e dispersione di flusso luminoso verso l'alto.
Non conforme alla LR 17/2000



Apparecchio da arredo urbano a luce indiretta.
Impianto recente con lampada ad alogenuri metallici ad alta efficienza.
Apparecchio con rendimento non ottimale e dispersione del flusso luminoso verso l'alto.



Apparecchio da arredo urbano "Bollard"
Lampada ad alogenuri metallici con buona efficienza luminosa.
Apparecchio conforme alla LR 17/2000.



Apparecchio a proiezione ad incasso per illuminazione emergenza architettonica.
Lampada ad alogenuri metallici con buona efficienza luminosa.
Flusso luminoso emesso verso la volta celeste, ma in parte all'interno della sagoma dell'edificio.

Cabine

In queste tavole di stato di fatto sono indicati anche i posizionamenti delle cabine di fornitura dell'energia elettrica (con codice identificativo).

Numerazione punti luce

In ogni tavola sono riportati i risultati dell'elaborazione dei dati forniti dal Comune e da Enel Sole, attraverso una simbologia che evidenzia le diverse tipologie di installazione e un numero.

La numerazione dei singoli punti luce è riportata a fianco del simbolo di ogni punto luce. I punti comunali sono codificati con un numero preceduto dalla lettera A; i punti luce di Sole sono indicati solo con un numero identificativo.

Nel caso in cui vi siano due o più apparecchi su un unico sostegno viene rappresentato un solo simbolo; nel data base allegato viene poi indicato il numero di apparecchi presenti sullo stesso palo.



Metodi di rappresentazione

Per agevolare la lettura dei contenuti delle tavole, ogni settore è rappresentato in scala 1:2000 su tavole in formato A0 permettendo di individuare facilmente le singole vie.

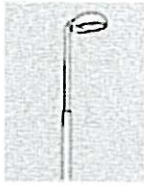
La rappresentazione della tipologia di ogni apparecchio, del suo sostegno e della sua posizione di installazione è schematizzata in legenda.

Detta legenda è in linea con i criteri di classificazione sopraelencati.

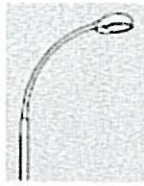
Come si può vedere, i simboli sono organizzati coerentemente in modo da poter individuare e comprendere agevolmente il significato di ognuno di essi.

Nella legenda di tutte le tavole sono riportati tutti gli apparecchi presenti sulla rete stradale senza che necessariamente tutti gli apparecchi siano presenti nella zona presa in considerazione.

APPARECCHI STRADALI



▲ testa-palo



▲ palo con
sbraccio



▲ a parete

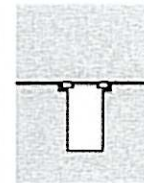
APPARECCHI A PROIEZIONE



● testa-palo

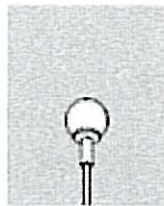


● su staffa

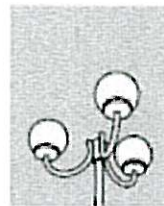


● ad incasso

APPARECCHI DA ARREDO URBANO



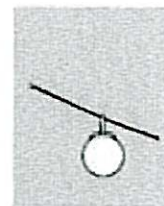
■ testa-palo



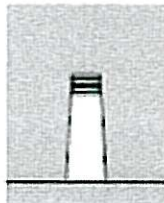
■ palo con
sbraccio



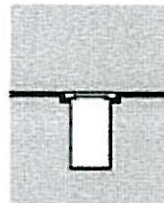
■ luce indiretta



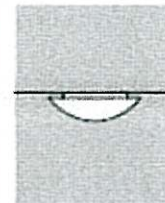
■ su tesata



■ bollard



■ ad incasso



■ a plafone

STATO DI FATTO: RILIEVO DELLE TIPOLOGIE DI SORGENTI INSTALLATE

TAVOLE Tk stato di fatto impianti di illuminazione pubblica.

Colore e tipologia delle sorgenti luminose (1:4000).



Generalità

La temperatura di colore di una lampada indica la cromaticità di una sorgente riferita ad una curva ideale chiamata Locus di Plank (Black Body Locus) che giace su un diagramma cromatico.

La curva è ottenuta a seguito di considerazioni di carattere fisico: ogni punto di questa curva indica una temperatura espressa in gradi Kelvin alla quale corrisponde un certo colore.

Più precisamente, più la temperatura è elevata più il colore sarà freddo (bianco-azzurro); viceversa, più è bassa più il colore avrà tonalità calda (giallo-arancione).






Ogni tipologia di sorgente luminosa è caratterizzata da un intervallo di temperature di colore, definito dalla tecnologia costitutiva della lampada stessa.

Ad esempio, le lampade al sodio hanno una temperatura correlata di colore bassa, le lampade ad alogenuri metallici hanno una temperatura correlata di medio-alta.

Metodi di rappresentazione

La rappresentazione grafica del colore e della tipologia delle lampade presenti nella rete stradale di Cardano al Campo è realizzata tramite delle campiture a colori diversi che rispondono ad una legenda. Per individuare la temperatura di colore in ogni strada sono state inizialmente classificate le tipologie di sorgenti luminose: successivamente sono stati definiti determinati intervalli di temperatura di colore all'interno dei quali ricadono le diverse tipologie.

E' stato così costruita una legenda assegnando ad ogni intervallo un opportuno colore rappresentativo.

Vapori di sodio		1900K – 2500K
Fluorescenti		2700K – 4000K
Vapori di mercurio		3000K – 4200K
Alogenuri metallici		3000K – 4200K
LED		3200K – 4500K

La scelta dei colori è stata effettuata cercando di rappresentare in modo semplice ma significativo quelle che sono le differenze percettive tra le temperature di colore.

Ad es., ad un colore arancione nella legenda corrisponde una temperatura di colore molto bassa della sorgente; ad un colore blu o verde corrisponde una temperatura di colore più alta.

STATO DI FATTO: LIVELLI DI ILLUMINAMENTO E LUMINANZE SULLA RETE STRADALE.

TAVOLA LE: distribuzione dei livelli di luminanza e illuminamenti sulla rete stradale (1:4.000).



Generalità

L'illuminamento è la grandezza impiegata per rappresentare la quantità di flusso luminoso che colpisce una superficie. L'unità di misura dell'illuminamento è il lux (lx) e può essere espressa come il rapporto tra il flusso luminoso che si riversa su una superficie e l'area della superficie stessa.

La luminanza è invece una grandezza impiegata per valutare l'intensità luminosa prodotta o riflessa da una superficie, così come appare all'osservatore e viene espressa in [cd/m²].

La luminanza corrisponde quindi alla quantità di luce che effettivamente giunge al nostro occhio, ed è pertanto una grandezza che varia con il punto di osservazione: può essere espressa dal rapporto:

$$L = I/Aa$$

dove **I** è l'intensità luminosa espressa in candele in una data direzione e **Aa** è la superficie apparente relativa a quella direzione, espressa in [m²].

L'importanza di rendere leggibili i livelli delle luminanze e di illuminamento delle strade nasce dalle imposizioni normative in materia d'illuminazione stradale (UNI 11248, EN 13201-2,3,4, L.R. Lombardia 17/2000) che definiscono i requisiti qualitativi e quantitativi della luminanza e dell'illuminamento in una data zona della strada.

Sulla base delle osservazioni in campo, del codice della strada e del prospetto inserito nella norma UNI 11248 (qui riportato) ad ogni strada del comune di Cardano al Campo è stata assegnata una categoria illuminotecnica di riferimento.

A seconda della categoria assegnata la norma prevede di considerare nelle valutazioni di progetto o i livelli di illuminamento o di luminanza.

Nella stesura dello stato di fatto si è quindi tenuto conto di queste direttive per evidenziare in alcuni casi la luminanza ed in altri l'illuminamento.

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Note punto
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1	-
	Autostrade urbane	130		
A ₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	ME3a	
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a	
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ⁴)	70 - 90	ME3a	
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a	
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	
		50		
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	
	Strade urbane di quartiere	50		
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ⁴)	70 - 90	ME3a	6.3
	Strade locali extraurbane	50	ME4b	
		30	S3	
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 ⁴)	50	ME4b	
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4	
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	
	Strade locali urbane: aree pedonali	5		
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3	
Strade locali interzonali	50			
	30			
	Piste ciclabili ⁵	Non dichiarato	S3	-
	Strade a destinazione particolare ⁶	30		-

I livelli rappresentati sono stati stimati sulla base dei dati forniti da Sole e Comune, considerando (dove presenti) la lampada installata, l'altezza dei sostegni, la tipologia dell'apparecchio, l'interdistanza tra i punti luce e la larghezza della strada.

Le tavole che riportano i livelli di luminanza e di illuminamento medi delle singole strade consentono di valutare le differenze di luminanza e illuminamento esistenti in ciascuna area di interesse.












Metodi di rappresentazione

La rappresentazione grafica dei livelli di luminanza e illuminamento consente di acquisire agevolmente le informazioni circa la quantità di luce presente in ciascuna strada.

Sono state create due scale di colore differenti per distinguere le vie di cui è corretto tenere in considerazione la luminanza e quelle di cui la norma indica di considerare i livelli di illuminamento.

I livelli di luminanza sono rappresentati con sei sfumature di colore che variano dal verde scuro (bassi livelli di luminanza) al giallo (alti livelli di luminanza), ognuno dei quali copre

un certo intervallo. I livelli di illuminamento con cinque sfumature di blu, scuro per bassi livelli di illuminamenti e chiaro per illuminamenti più alti.

LUMINANZA			ILLUMINAMENTO		
$0.00 \text{ cd/m}^2 \leq$		$< 0.50 \text{ cd/m}^2$	$1 \text{ lx} \leq$		$< 3 \text{ lx}$
$0.50 \text{ cd/m}^2 \leq$		$< 0.75 \text{ cd/m}^2$	$3 \text{ lx} \leq$		$< 7,5 \text{ lx}$
$0.75 \text{ cd/m}^2 \leq$		$< 1.00 \text{ cd/m}^2$	$7.5 \text{ lx} \leq$		$< 10 \text{ lx}$
$1.00 \text{ cd/m}^2 \leq$		$< 1.50 \text{ cd/m}^2$	$10 \text{ lx} \leq$		$< 20 \text{ lx}$
$1.50 \text{ cd/m}^2 \leq$		$< 2.00 \text{ cd/m}^2$	$20 \text{ lx} \leq$		
$2.00 \text{ cd/m}^2 \leq$					

ANALISI DI ALCUNE STRADE

Risulta eccessivamente oneroso procedere a tappeto nel compimento di una rilevazione totale che fotografi l'intera maglia viabilistica e la totalità dei centri di illuminazione presenti sul territorio, pertanto si è proceduto a selezionare un campione sufficientemente significativo di ogni tipologia di strada così da ottenere dati comunque esaustivi rispetto al contesto esaminato e che consentisse la verifica successiva rispetto a tutte le categorie di strade così come indicate nella classificazione delle strade per quanto riguarda la normativa illuminotecnica.

STRADE EXTRAURBANA SECONDARIA – ME3a**Via Papa Giovanni XXIII fino incrocio via Per Casorate**

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		requisiti
		cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _i	
Extraurbana secondaria	ME3a	1,00	0,18	0,4	0,7	no

NOTE:

- Luminanza sul manto stradale rispetto alla EN 13201-2 è molto bassa.
- Gli apparecchi di illuminazione hanno rendimenti bassi ed emettono flusso luminoso verso l'alto non rispettando quanto previsto dalla L.R. 17/2000.
- I valori di uniformità sono bassi in conseguenza ad interdistanze troppo elevate 50/60 metri.
- Questa strada ha un illuminazione principalmente realizzata con lampade al mercurio ad alta pressione con bassa efficienza e vietate dalla L.R. 17/2000; brevi tratti prevedono apparecchi con maggiore rendimento e lampade al sodio ad alta pressione

STRADE URBANE INTERQUARTIERE E DI QUARTIERE – ME3c**Via Papa Giovanni XXIII da via per Casorate fino a confine comunale**

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		requisiti
		cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _i	
Urbana interquartiere	ME3c	1,00	0,18	0,4	0,5	no

NOTE:

- Luminanza sul manto stradale rispetto alla EN 13201-2 è molto bassa.
- Gli apparecchi di illuminazione hanno rendimenti bassi ed emettono flusso luminoso verso l'alto non rispettando quanto previsto dalla L.R. 17/2000.
- I valori di uniformità sono bassi in conseguenza ad interdistanze troppo elevate 50/60 metri.
- Questa strada ha un illuminazione principalmente realizzata con lampade al mercurio ad alta pressione con bassa efficienza e vietate dalla L.R. 17/2000; brevi tratti prevedono apparecchi con maggiore rendimento e lampade al sodio ad alta pressione

STRADE LOCALI URBANE ME4b - CE3 - CE 4

Via Gramsci

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		requisiti
		cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _l	
Locale urbana	ME4b	0,75	0,25	0,4	0,5	no

NOTE:

- a. Livelli di luminanza troppo bassi rispetto alla norma, apparecchi a basso rendimento e utilizzo di sorgenti a bassa efficienza.

Via Gran Paradiso

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		requisiti
		cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _l	
Locale urbana	ME4b	0,75	0,20	0,4	0,5	no

NOTE:

- a. Luminanza sul manto stradale rispetto alla categoria assegnata bassa.
 b. Gli apparecchi di illuminazione hanno rendimenti bassi ed emettono flusso luminoso verso l'alto non rispettando quanto previsto dalla L.R. 17/2000. Le sorgenti al mercurio sono vietate dalla stessa legge.

Via Adige

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		requisiti
		cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _l	
Locale urbana	ME4b	0,75	0,16	0,4	0,5	no

NOTE:

- a. I livelli di illuminamento sono bassi dovuti ad apparecchi con scarso rendimento e lampade al mercurio a bassa efficienza. Gli apparecchi emettono flusso luminoso verso la sfera celeste.

Via Garibaldi

(Esempio di strada di categoria di progetto CE4 aumentata di una categoria in funzione di una maggiore fruizione dei luoghi in oggetto nelle ore serali e notturne).

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento o valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	requisiti
		E (lux)	E (lux)	U _o	
Locale urbana	CE3	15	5,00	0,4	no

NOTE:

- a. Strada che richiede livelli di illuminamento più alto, ottenibili con apparecchi di illuminazione con rendimenti migliori, lampade più efficienti ed evitando dispersione di flusso luminoso verso l'alto.

Via Marche

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento o valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	requisiti
		E (lux)	E (lux)	U _o	
Locale urbana	CE4	10	2,08	0,4	no

NOTE:

- a. Livelli di illuminamento troppo bassi. Sorgenti ed apparecchi non rispondenti alle norme contro l'inquinamento luminoso. Necessario diminuire l'interdistanza dei pali e quindi aumentare il numero di punti luce.

Via Oberdan

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento o valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	requisiti
		E (lux)	E (lux)	U _o	
Locale urbana	CE4	10	3,29	0,4	no

NOTE:

- a. Come in numerosi altri casi gli apparecchi sono montati su pali in cemento di particolare pericolosità per cedimenti improvvisi. Gli apparecchi hanno bassi rendimenti e lampade al mercurio fuori norma.

Via Belluno

Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di progetto	Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento o valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	requisiti
		E (lux)	E (lux)	U _o	
Locale urbana	CE4	10	3,00	0,4	no

NOTE:

- a. Livelli di illuminamento troppo bassi; apparecchi su pali in cemento.
- b. Gli apparecchi hanno bassi rendimenti e lampade al mercurio non consentite dalla L.R. 17/2000.

Analisi obsolescenza e criticità dell'impianto di illuminazione

La rilevazione illuminotecnica dell'area di Cardano al Campo condotta sul campione d'esame e lo *screening* visivo effettuato sull'intera area urbana hanno formato un quadro d'insieme i cui dati salienti sono riconoscibili nelle tavole delle priorità di intervento.

Le considerazioni che scaturiscono dall'esame effettuato hanno messo in evidenza delle criticità di seguito elencate:.

- a) inadeguatezza ai coefficienti illuminotecnici previsti;
- b) mancata rispondenza alle normative;
- c) scarsa cura verso la componente estetico – ambientale;

Specificatamente, quanto sopra espresso si articola nelle seguenti annotazioni:

1. situazione degli impianti di illuminazione parzialmente obsoleta, ovvero apparecchi non adeguati alla Legge Regionale 17/2000 e di vecchia concezione;
2. ad impianti obsoleti spesso corrispondono anche interdistanze troppo elevate che contribuiscono ad ottenere livelli luminosi bassi e disuniformi.
3. presenza di un numero troppo elevato di apparecchi con sorgenti a vapori di mercurio con bassa efficienza e non ammesse dalla legge regionale 17/2000;
4. presenza di numerosi sostegni in cemento armato;
5. impianti di illuminazione "artistica" poco presenti con poca valorizzazione delle emergenze architettoniche.

Inoltre, il grado di obsolescenza e la tipologia degli apparecchi rendono assai improbabile un'opera di semplice sostituzione delle sorgenti e diventa pressoché obbligata la sostituzione diffusa delle apparecchiature.

La maggior parte degli apparecchi è costituita da un'armatura aperta e in molti casi, quando chiusa, presenta il vetro di protezione curvo, quindi non idoneo alla L.R. 17/00, la quale obbliga invece ad un elemento di chiusura trasparente e piano, realizzato con materiale stabile come il vetro o metacrilato.

Alcuni sostegni si presentano in condizioni non buone dovute al degrado causato dall'obsolescenza e al degrado degli agenti atmosferici.

Gli apparecchi ornamentali e residenziali, spesso non sono conformi alla L.R.17/00.

DATI STATISTICI RIFERITI ALLO STATO DI FATTO

Tipologie delle sorgenti luminose.

L'impianto di illuminazione utilizza, principalmente, 902 (59,0%) lampade a vapore di mercurio (HME), 341 (22,3%) lampade a vapore di sodio ad alta pressione (SAP), e 206 (13,5%) lampade ad alogenuri metallici.

Le altre famiglie di lampade (LED e fluorescenti,) sono presenti in numeri poco significativi: rispettivamente 43 (2,8%) lampade a fluorescenza e 38 (2,5%) LED.

Le tipologie, le consistenze e le ripartizioni delle sorgenti luminose installate sul territorio comunale sono riportati nelle seguenti **Tabella 4.1** ed illustrate nelle Figure 4.1 e 4.2.

TIPOLOGIE DI LAMPADE							
Gestione	HME	SAP	HIT	FLU	LED	TOTALI	
ENEL SOLE	889	250	22	7	4	1.172	77%
AMM. COMUNALE	13	91	184	36	34	358	23%
TOTALI	902	341	206	43	38	1.530	100%

Tabella 4.1 – Tipologie, consistenze e ripartizione delle sorgenti luminose.

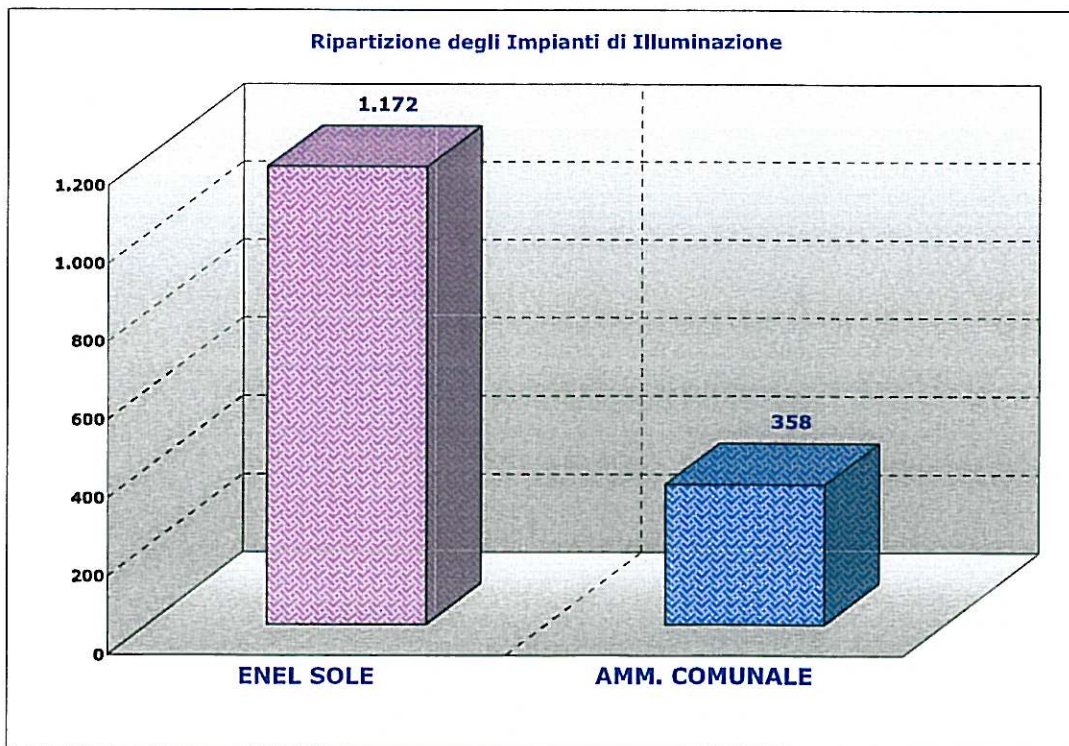


Figura 4.1 – tipologie luminose ripartite per livelli gestionali.

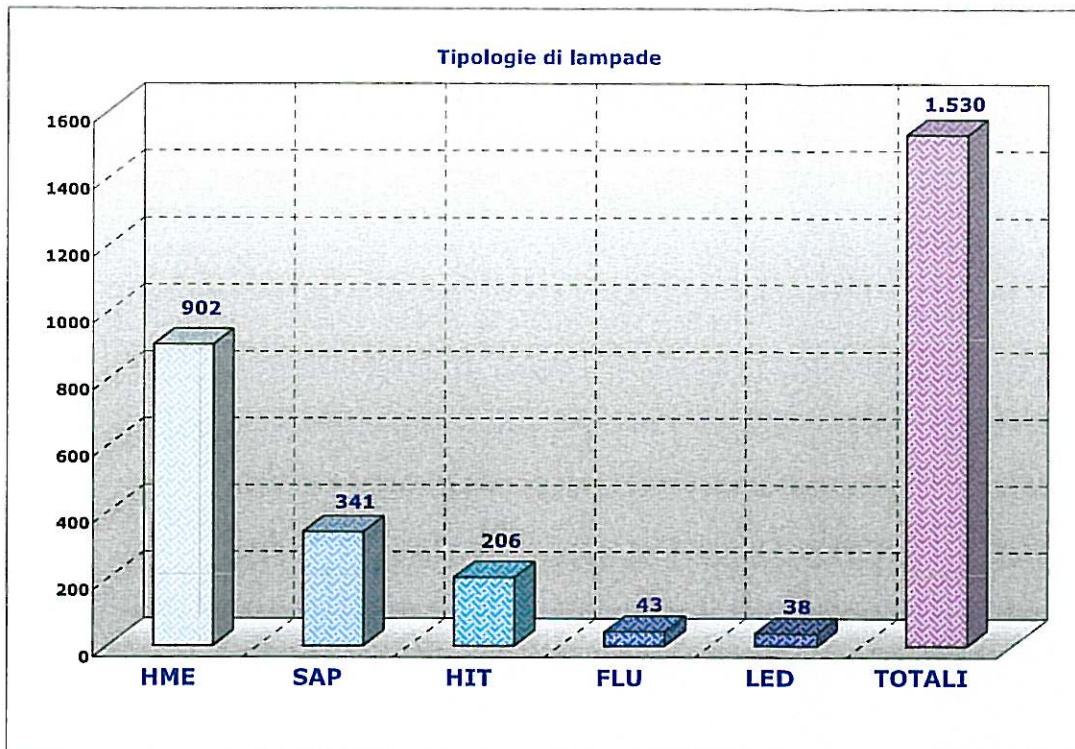


Figura 4.2 – Tipologie e consistenze delle sorgenti luminose.

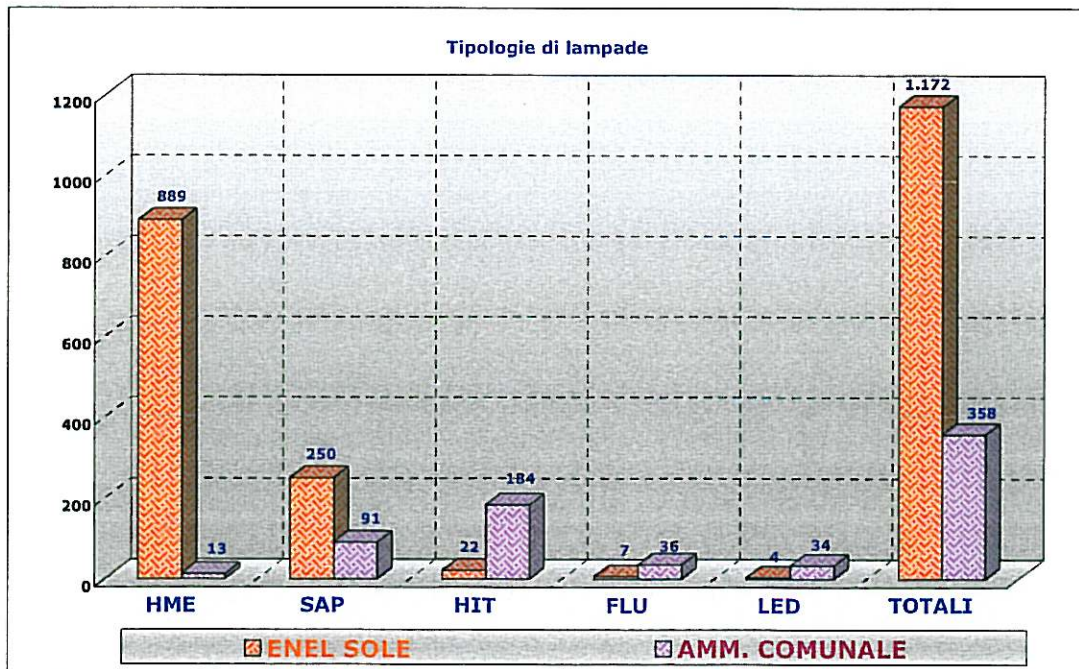


Figura 4.3 – Tipologie e consistenze delle sorgenti luminose ripartite per livelli gestionali.

Potenze elettriche installate.

Le consistenze delle potenze elettriche delle sorgenti luminose, con le relative ripartizioni tra livelli gestionali, sono riportati nella **Tabella 4.2** ed illustrate nella **Figura 4.3**.

POTENZE ELETTRICHE DELLE LAMPADE																		
Watt	1	1,4	13	24	27	35	39	55	70	80	85	100	125	150	250	400	TOTALI	
ENEL SOLE	0	0	0	0	7	0	2	3	38	42	2	84	826	112	37	19	1.172	77%
AMM. COMUNALE	26	8	22	14	0	11	0	0	108	0	0	0	13	149	7	0	358	23%
TOTALI	26	8	22	14	7	11	2	3	146	42	2	84	839	261	44	19	1.530	100%

Tabella 4.2 –Consistenze e ripartizione delle potenze elettriche delle sorgenti luminose.

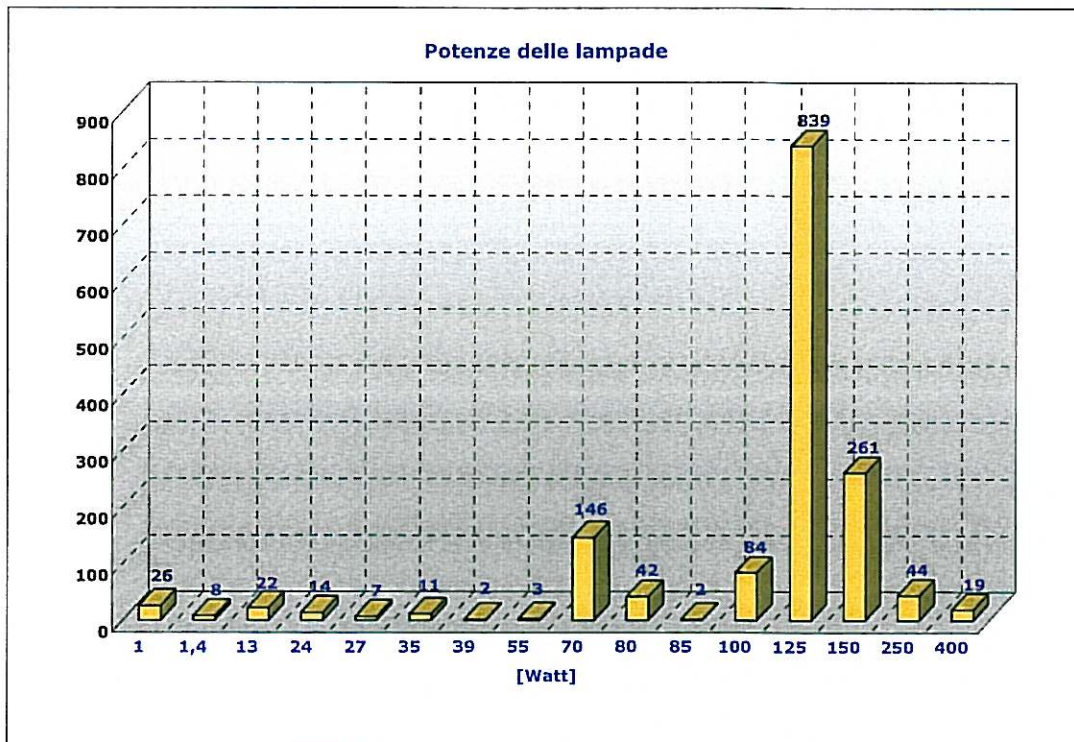


Figura 4.3 –potenze elettriche delle sorgenti luminose installate.

Le consistenze delle tipologie di sorgenti luminose rispetto alle potenze elettriche unitarie installate sono riportate nella **Tabella 4.3** ed illustrate nella **Figura 4.4**.

Tipo	Potenza [W]	Quantità	Potenza Totale [W]
FLU - FLUORESCENTI	13	22	286
	24	14	336
	27	7	189
Totale Fluorescenti		43	811
HIT - ALOGENURI METALLICI	35	11	385
	70	114	7980
	150	81	12150
totale HIT		206	20.515
HME - Vapori di Mercurio	80	42	3.360
	85	2	170
	100	3	300
	125	839	104.875
	250	6	1.500
	400	10	4.000
totale HME		902	114.205
LED	1	26	26
	1,4	8	11
	39	2	78
	55	2	110
totale LED		38	225
SAP - Sodio Alta Pressione	55	1	55
	70	32	2.240
	100	81	8.100
	150	180	27.000
	250	38	9.500
	400	9	3.600
Totale SAP		341	50.495

Tabella 4.3 -Ripartizione e consistenze delle lampade rispetto alle potenze elettriche installate.

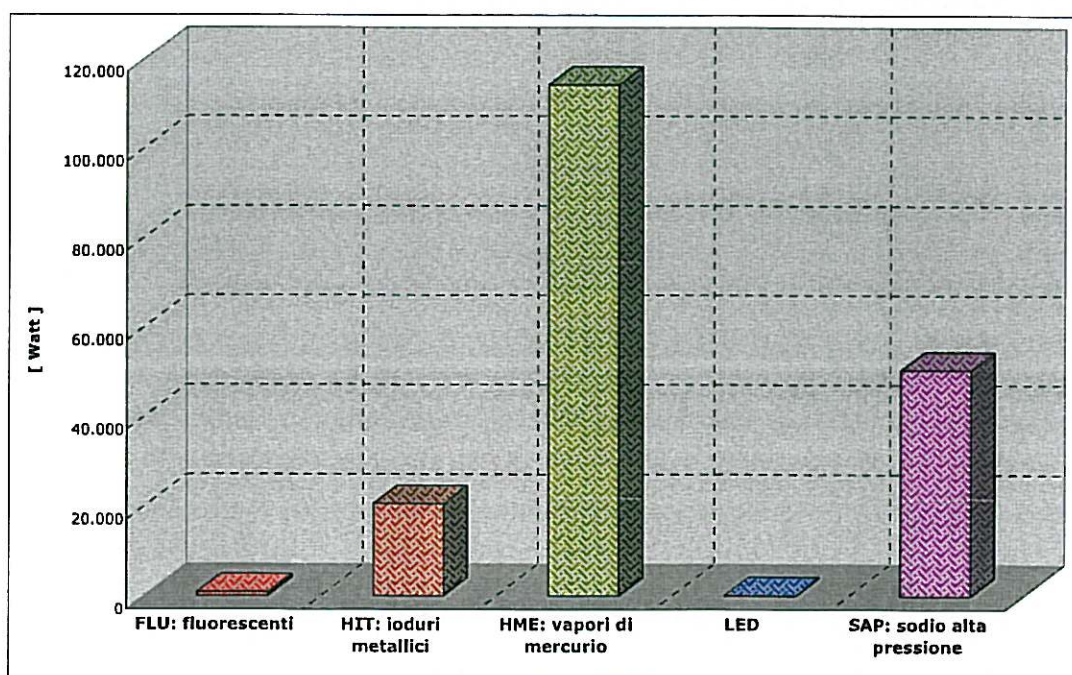


Figura 4.4 -Potenza elettrica impegnata per le varie tipologie delle sorgenti luminose.

Sostegni.

La ripartizione delle tipologie dei sostegni è riportata nella **Tabella 4.4** ed illustrata nella **Figura 4.5**.

SOSTEGNI						
Gestione	Palo	Sbraccio	Inc.	Altro	TOTALI	
ENEL SOLE	992	118	0	9	1.119	77%
AMM. COMUNALE	268	0	69	0	337	23%
TOTALI	1.260	118	69	9	1.456	100%

Tabella 4.4 –tipologia e consistenze dei sostegni.

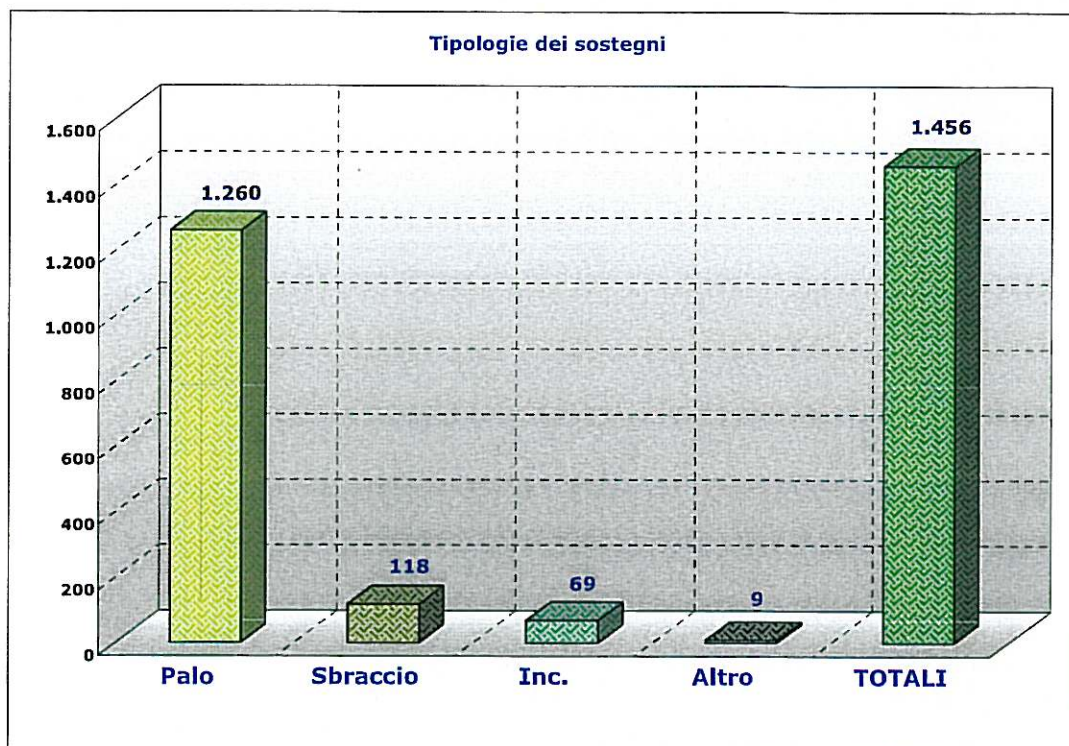


Figura 4.5 – Tipologie dei sostegni per sorgenti luminose contenute.

La ripartizione delle altezze dei sostegni è riportata nella **Tabella 4.5** ed illustrata nella **Figura 4.6**.

ALTEZZE DEI SOSTEGNI																			
metri	0	0,2	2,4	1	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	9	10	12	TOTALI	
ENEL SOLE	0	0	0	0	2	38	0	0	0	28	2	211	0	570	174	91	3	1.119	77%
AMM. COMUNALE	47	22	4	3	7	20	13	44	2	54	0	76	6	23	3	11	2	337	23%
TOTALI	47	22	4	3	9	58	13	44	2	82	2	287	6	593	177	102	5	1.456	100%

Tabella 4.5 -altezze dei sostegni.

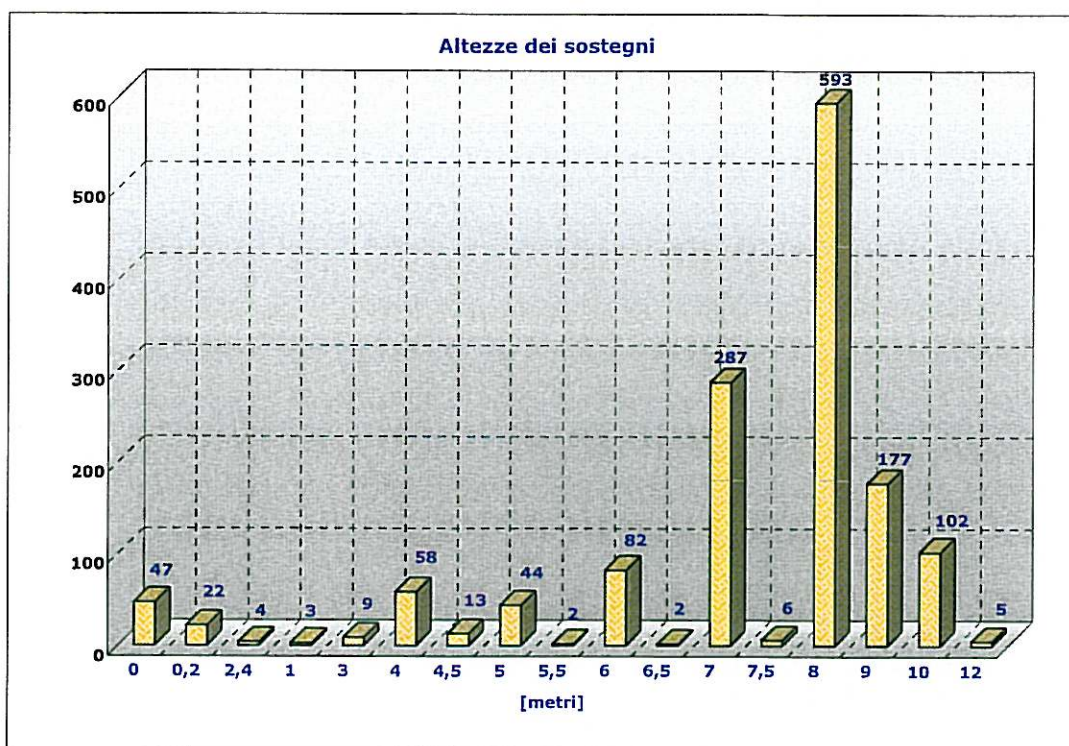


Figura 4.6 - Altezze dei sostegni e relative consistenze.

La ripartizione delle tipologie di sostegni rispetto alla quantità di lampade contenute è riportata nella Tabella 4.6 ed illustrata nella Figura 4.7.

PALI CON LAMPADA							
Gestione	singola	doppia	tripla	quadrupla	quintupla	TOTALI	
ENEL SOLE	1.058	49	2	0	2	1.111	77%
AMM. COMUNALE	319	15	3	0	0	337	23%
TOTALI	1.377	64	5	0	2	1.448	100%

Tabella 4.6 –tipologie e consistenze dei sostegni rispetto alla quantità di lampade contenute.

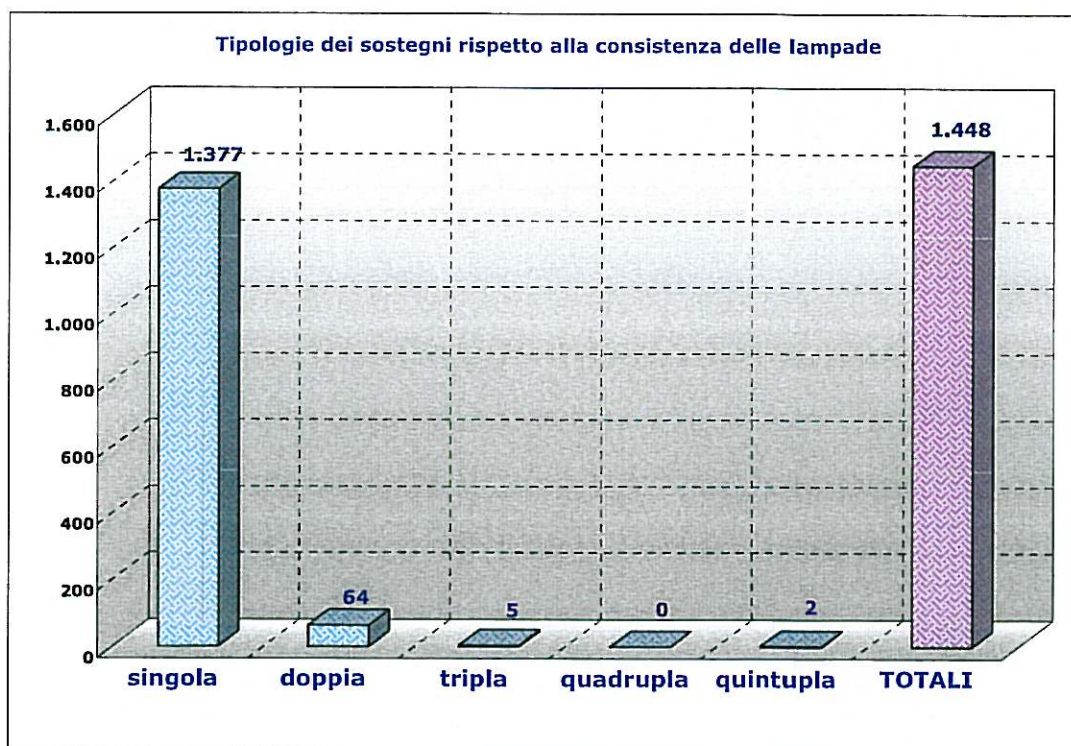


Figura 4.7 – Tipologie dei sostegni per quantità di sorgenti luminose contenute.

La ripartizione dei materiali dei sostegni è riportata nella **Tabella 4.7** ed illustrata nella **Figura 4.8**.

MATERIALI DEI SOSTEGNI									
Gestione	CAC	ferro verniciato	ferro zincato	acciaio zincato	Vetro resina	alluminio	altro	TOTALI	
ENEL SOLE	742	172	157	36	3	0	9	1.119	77%
AMM. COMUNALE	0	0	232	20	0	16	69	337	23%
TOTALI	742	172	389	56	3	16	78	1.456	100%

Tabella 4.7 -tipologie e consistenze dei materiali dei sostegni.

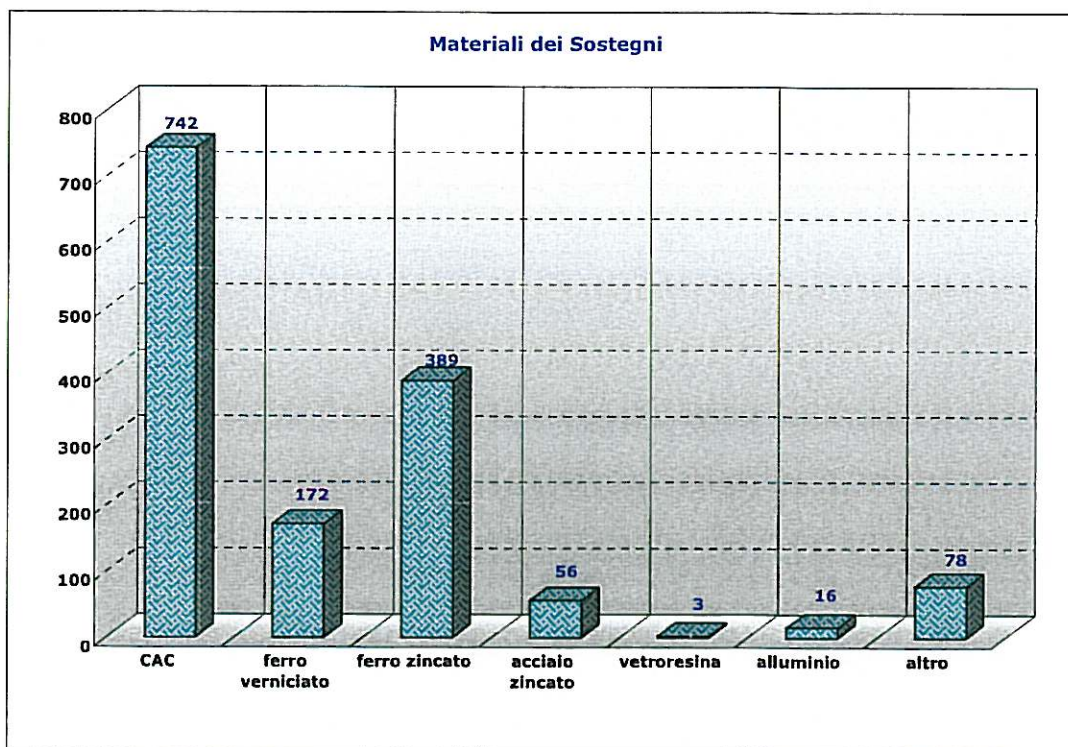


Figura 4.8 - Tipologie dei materiali dei sostegni e relative consistenze.

La ripartizione delle tipologie di armature è riportata nella **Tabella 4.8** ed illustrata nella **Figura 4.9**.

TIPI DI ARMATURE						
Gestione	stradale	Strada ciclabile	Arredo Urbano	proiettore	TOTALI	
ENEL SOLE	1.109	0	16	47	1.172	77%
AMM. COMUNALE	115	19	170	54	358	23%
TOTALI	1.224	19	186	101	1.530	100%

Tabella 4.8 -tipologie e consistenze delle armature dei sostegni.

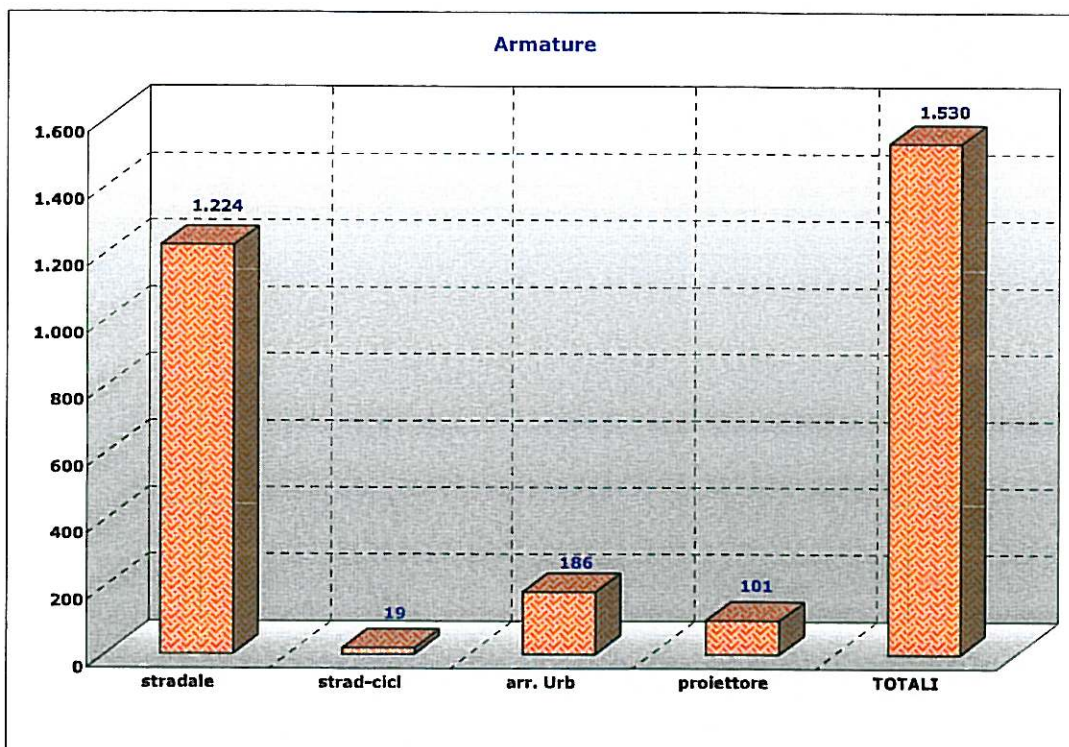


Figura 4.9 – Tipologie delle armature e relative consistenze.

La ripartizione delle tipologie è riportata nella **Tabella 4.9** ed illustrata nella **Figura 4.10**.

TIPOLO											
Gestione	Sbraccio	Parete	Testa Palo	Bollard	luce indiretta	Incassato	su staffa	Plafone	tesata	TOTALI	
ENEL SOLE	903	133	127	0	0	0	1	7	1	1.172	77%
AMM. COMUNALE	124	0	69	3	93	69	0	0	0	358	23%
TOTALI	1.027	133	196	3	93	69	1	7	1	1.530	100%

Tabella 4.9 -tipologie e consistenze dei tipi.

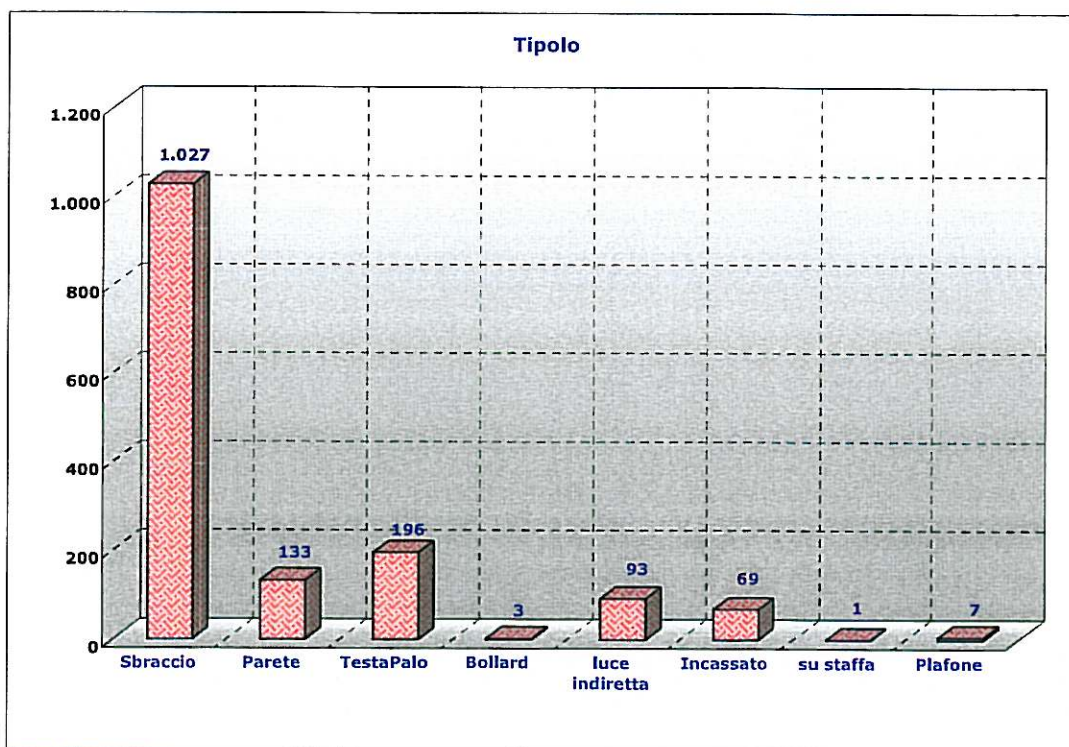


Figura 4.10 - Tipologie dei tipi e relative consistenze.

Linee di alimentazione elettrica.

La ripartizione delle tipologie di linee di alimentazione è riportata nella Tabella 4.10 ed illustrata nella Figura 4.11.

LINEE DI ALIMENTAZIONE						
Gestione	interrata	aerea	a soffitto	PV	TOTALI	
ENEL SOLE	224	888	7	0	1.119	77%
AMM. COMUNALE	335	0	0	2	337	23%
TOTALI	559	888	7	2	1.456	100%

Tabella 4.10 – Consistenza e ripartizione delle tipologie di linea di alimentazione.

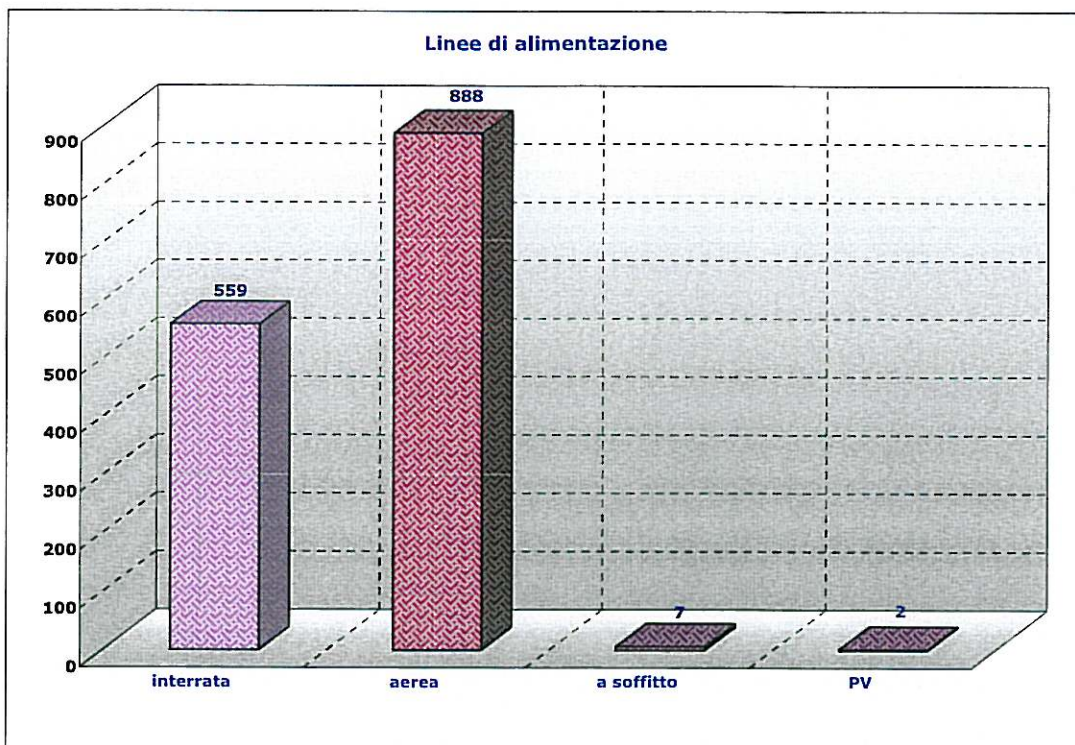


Figura 4.11 – Tipologie delle linee di alimentazione e relative consistenze.

STATO DI PROGETTO: ANALISI DELLE PRIORITÀ DI INTERVENTO.

TAVOLE P: individuazione delle priorità e degli interventi conseguenti suddivisi per tipologie meccaniche (pali in cemento) fotometriche (apparecchi non conformi alle leggi sull'inquinamento luminoso 17/00 E CON SCARSO RENDIMENTO) e di lampada (sorgenti al mercurio e ad incandescenza) - (1: 2.000).



Generalità

Questo gruppo di tavole analizza gli impianti di illuminazione pubblica esistenti ed individua per essi le principali anomalie. Sono state individuate tre categorie principali che individuano quei punti luce che richiedono una sostituzione o una modifica.

Nella prima categoria rientrano tutti gli apparecchi stradali non conformi alle leggi sull'inquinamento luminoso, che necessitano quindi di essere sostituiti o modificati. La seconda categoria raggruppa gli apparecchi installati su palo in cemento. La terza il folto gruppo di apparecchi con lampade al mercurio, lampade a bassa efficienza.

Ogni punto luce può presentare una, più o nessuna anomalia di quelle indicate: la rappresentazione grafica è tale per poter ben rappresentare la convivenza di più caratteristiche negative dell'impianto.

Apparecchi non conformi alle leggi sull'inquinamento luminoso

La L.R. Lombardia 17/2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso" stabilisce che gli apparecchi, nella loro posizione di installazione, devono avere:

***una distribuzione dell'intensità luminosa massima per $\gamma \geq 90^\circ$,
compresa tra 0,00 e 0,49 candele
per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso.***

Dall'analisi sul territorio degli impianti presenti nel comune di Cardano al Campo risulta che una buona parte degli apparecchi non rispondono a questa prescrizione.

In queste tavole P gli apparecchi sono stati suddivisi in cinque gruppi in base alla quantità di flusso luminoso emessa verso l'alto: possono essere non conformi per più di un motivo, in quanto muniti di coppa prismatica e/o installati in posizione non conforme, privi di riflettore adeguato o diffondenti.

Senza considerare gli apparecchi che sono installati sotto i porticati (e quindi non disperdono il flusso luminoso verso il cielo) risultano 997 apparecchi che emettono flusso

luminoso verso la sfera celeste il che equivale a circa il 65% della totalità dell'illuminazione pubblica del Comune di Cardano al Campo.



A sinistra apparecchi conformi alla L.R. 17/2000; a destra apparecchio fuori norma.

Apparecchi installati su palo in cemento

Sono stati segnalati i pali in cemento (indicativamente con almeno 30 anni di età) che rappresentano un pericolo pubblico in quanto soggetti a cedimenti improvvisi.

I dati di questa analisi riguarda i dati forniti da So.le in cui viene anche specificato il materiale del supporto.

I pali in cemento riguardano in quasi tutti i casi apparecchi di illuminazione montati su mensola a sbraccio ancorata al palo.

Dai dati disponibili e analizzati viene segnalata la presenza di circa 740 pali in cemento utilizzati come sostegni per i punti luce.

Apparecchi con lampade al mercurio

Anche gli apparecchi che montano le lampade al mercurio risultano non essere rispondenti a quanto stabilito dalla legge regionale della Lombardia 17/2000 in quanto non possiedono parametri richiesti in tema di risparmio energetico a causa di un'efficienza troppo bassa.

Queste lampade devono essere oggetto di una sostituzione e comunque quasi nella totalità dei casi è da ritenere necessaria la completa sostituzione dell'armatura.

Infatti dall'analisi dei materiali installati risultano essere presenti tipologie di apparecchi non più sul mercato e comunque con un periodo di vita superiore ai 30 anni; molti apparecchi vengono anche segnalati come apparecchi aperti e quindi difficilmente con un rendimento molto elevato.

Queste tavole (P) risultano essere un utile strumento per pianificare il rinnovamento degli impianti di illuminazione nel corso degli anni in vista di un miglioramento sia dal punto di vista illuminotecnico (che significa migliore qualità della vita notturna e maggiore sicurezza) sia dal punto di vista del risparmio energetico.

Metodi di rappresentazione

Per agevolare la lettura dei contenuti delle tavole, si è utilizzata la scala 1:2000.



La rappresentazione delle tipologie di apparecchi inquinanti è schematizzata in legenda ed è effettuata punto per punto; il colore rosso del punto indica la non corrispondenza con la L.R. 17/2000, apparecchi che emettono una certa quantità di flusso luminoso verso la volta celeste.

La distribuzione degli apparecchi equipaggiati con lampade al mercurio è rappresentata da una campitura che evidenzia le strade o le aree illuminate con questa sorgente.

Tutti i punti ricadono in queste aree sono equipaggiati con lampade a bassa efficienza.

Gli apparecchi installati su palo in cemento sono indicati con un cerchio azzurro intorno al punto che li identifica.

APPARECCHI NON CONFORMI ALLE LEGGI SULL'INQUINAMENTO LUMINOSO



- Apparecchi diffondenti che disperdono verso il cielo il 50% o più del flusso luminoso
- Apparecchi privi di riflettore che disperdono dal 30 al 50% del flusso luminoso
- Apparecchi con vetro curvo ed installati in posizione non conforme che disperdono dal 20 al 30% del flusso luminoso

SORGENTI AL MERCURIO



Strade in cui sono installati apparecchi con lamapada a vapori mercurio ad alta pressione

PALI IN CEMENTO



Punti luce installati su sostegni in cemento armato

STATO DI PROGETTO: INDIVIDUAZIONE DELLE CLASSI DI PROGETTO PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE

TAVOLE Ni: *individuazione delle classi di progetto per gli impianti di illuminazione stradale in relazione alla norma UNI 11248 (CEN/TR 13201)*



Generalità

In questa serie di tavole si definiscono per ogni strada la categoria di appartenenza e i parametri a cui attenersi nel rispetto delle normative in materia d'illuminazione stradale (UNI 11248/EN 13201-1, L.R. Lombardia 17/2000, definiscono i requisiti qualitativi e quantitativi della luminanza e degli illuminamenti del manto stradale).

Le norme prevedono innanzitutto l'individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento che deve essere determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade (classificazione delle strade adottata nel D.L. 30 Aprile 1992 n° 285 - "Nuovo codice della strada" e successive integrazioni e modifiche).

I dati forniti non comprendevano la classificazione delle strade del Comune di Cardano al Campo; è stata quindi svolta una valutazione da parte dei progettisti per definire le categorie stradali attenendosi a quanto riportato nel codice della strada in vigore.

Le categorie di riferimento sono state invece dedotte in base al prospetto 1 della norma UNI 11248 di seguito riportato.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità (km h ⁻¹)	Categoria illuminotecnica di riferimento
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70 - 90	ME3a
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	ME3a
	Strade locali extraurbane	50	ME4b
		30	S3
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
	Strade locali interzonali	50	
30			
	Piste ciclabili	Non dichiarato	S3
	Strade a destinazione particolare	30	

Confrontando la classificazione stradale 2006 del comune di Cardano al Campo con i dati del prospetto 1 della norma UNI 11248, le strade del comune di Cardano al Campo ricadono nelle classi di riferimento riportate nella seguente tabella:

Descrizione strada (Codice della strada)	Sottocategorie (prospetto 1 - UNI11248)	Classe illuminotecnica di riferimento (UNI 11248)
Strada extraurbana	Strada extraurbana secondaria 70-90 km/h	ME3a
	Strada extraurbana secondaria 50 km/h	ME4b
Strada urbana interquartiere		ME3c
Strada urbana di quartiere		ME3c
Strada locale comunale	Strade locali urbane: 50 km/h	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone30	CE4 (CE3)
	Strade locali urbane: aree ciclo e pedonali	S3

Per alcune strade si è provveduto alla definizione delle categorie illuminotecniche di progetto modificando la categoria illuminotecnica di riferimento in base al valore dei parametri di influenza considerati nella valutazione del rischio (UNI 11248) e considerando aspetti di assetto urbano .

Alcune strade, soprattutto del centro e di zone in cui la maggiore illuminazione può migliorare la vivibilità dei luoghi, sono quindi passate dalla categoria CE4 a quella CE3.

Livelli maggiori in queste zone permettono anche di migliorare la lettura del tessuto urbano da parte di chi percorre le strade comunali leggendo la maggior luminosità come segno di riconoscimento per le zone centrali e per particolari quartieri.

In fase realizzativa dell'impianto di illuminazione sarà indispensabile effettuare sopralluoghi mirati a individuare gli effettivi possibili posizionamenti (interdistanza e altezza) e caratteristiche dei punti luminosi (elettriche e fotometriche) prima di procedere alla progettazione esecutiva.

Il confronto fra i gli elaborati del gruppo L (distribuzione dei livelli di luminanza e illuminamento medi sulla rete stradale, stato di fatto) e le tavole del gruppo Ni mette in luce la necessità o meno di intervenire con un nuovo impianto di illuminazione.

Intersezioni

Nelle tavole del Piano della Luce sono stati evidenziate le intersezioni più importanti dal punto di vista del flusso di traffico sia a raso che a rotatoria. La definizione delle classi di progetto per gli incroci è stata realizzata tendendo in considerazione le categorie stabilite dal Piano per le strade di accesso all'intersezione.

In conformità alla norma UNI 11248 il Piano della Luce stabilisce che i parametri illuminotecnici per le intersezioni stradali ricadano nella categoria maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso.

Le intersezioni del Comune di Cardano al Campo rientrano nelle tre categorie CE2 e CE3; la norma EN 13201-2 prescrive per queste categorie i valori di illuminamento orizzontale medio e di uniformità minima (E_{min}/E_m).

Nel Piano della Luce viene riportato anche l'incremento di soglia in base al prospetto 5 della EN 13201-2; per garantire elevati livelli di sicurezza il progetto illuminotecnico dovrà rispettare anche quanto richiesto dalla categoria addizionale EV (illuminamento verticale), ricavata dal prospetto 7, UNI 11248, garantendo comunque sempre almeno le prescrizioni per la categoria EV5.

Piste ciclabili

Nel caso di piste adiacenti a strade con traffico motorizzato la norma prevede l'assegnazione delle categorie illuminotecniche "comparabili" con quelle delle strade stesse (prospetto 6, norma UNI 11248).

Se la pista ciclabile non è attrezzata da un impianto di illuminazione esclusivamente dedicato ad essa, nel corso della progettazione illuminotecnica dedicata alla strada dovranno essere presi in considerazione anche i requisiti richiesti per le ciclopedonali: illuminamento medio, illuminamento minimo ed eventualmente illuminamenti verticali (norma UNI 11248, prospetto 7) e controllo dell'abbagliamento in base ai valori dell'incremento di soglia TI (norma UNI 11248, prospetto 5).

In caso di piste ciclabili che necessitano un impianto di illuminazione ad esse prettamente dedicato in generale si consiglia di utilizzare apparecchi montati su palo dotati di apposita ottica stradale studiata per i percorsi ciclopedonali.

Le sorgenti più indicate sono le sorgenti ad alogenuri metallici (con efficienza pari almeno a 89 lm/w), fluorescenti o sorgenti a LED di nuova generazione che offrono ottimi risultati fotometrici nel caso di percorsi di questo tipo.

Scelte differenti da apparecchi posizionati su palo possono essere fatte per quegli ambiti in cui le piste ciclabili si trovano in contesti di interesse paesaggistico e ambientale dove i pali potrebbero interferire con la vista del panorama.

L'utilizzo di bollard e comunque di sostegni molto bassi possono favorire un buon illuminamento delle superfici orizzontali senza creare abbagliamenti e rendere difficile l'osservazione dell'ambiente circostante.

Le sorgenti consigliate sono le medesime utilizzabili per le installazioni su palo sopra descritte.

Aree verdi

Per quanto riguarda le aree verdi è difficile poter stabilire a priori dei valori di illuminamento senza prendere in considerazione tutte le variabili che intervengono in un progetto di illuminazione del verde (posizione del parco, essenze presenti, tipo di fruizione, ecc.).

La categoria illuminotecnica di riferimento risulta essere comunque la S; non devono essere trascurate le categorie aggiuntive: S, A, ES, EV.

Il Piano della Luce si limita ad indicare comunque le aree in cui intervenire con un progetto di illuminazione senza voler porre nessun obbligo al progettista se non quanto stabilito dalle leggi per ridurre l'inquinamento luminoso e razionalizzare l'utilizzo di energia elettrica (L.R. 17/2000).

Per questi interventi sono indicate sorgenti di illuminazione con buona resa cromatica (fluorescenti, alogenuri metallici o LED) e segnalare la necessità di verificare anche gli illuminamenti verticali e semicilindrici.

Gli apparecchi utilizzati possono essere costituiti da proiettori, incassi a terra, apparecchi su palo, bollard, con la raccomandazione di utilizzare comunque sempre sistemi con controllo ottico del flusso luminoso.

Aree di sosta - parcheggi

La classificazione delle strade prende in considerazione anche i parcheggi; in fase di progettazione dovranno essere tenuti in considerazione i livelli di illuminamento verticale e, in particolare per i parcheggi delle zone centrali e in casi in cui è fondamentale avere un alto livello di sicurezza e di riconoscimento, è preferibile l'uso di sorgenti con alta resa cromatica.

Per tutte le tipologie di strada/zona vengono indicati i livelli di uniformità necessari e i valori massimi di abbagliamento debilitante provocato dagli apparecchi installati ammessi dalla norma.

Metodi di rappresentazione

Le tavole sono in formato A0 in scala 1:4.000 e rappresentati in modo da permettere una facile lettura delle aree di interesse.

La rappresentazione grafica delle diverse zone consente di individuare agevolmente la loro collocazione sul territorio. Le vie vengono pertanto campite con colori e campiture differenti a seconda della categoria illuminotecnica di progetto stabilita dal Piano della Luce; nella legenda vengono riportati anche tutti i valori illuminotecnici prescritti dalla norma EN 13201-2 per ogni tipologia di strada/zona.

CATEGORIE DI PROGETTO

ME3a (Strade extraurbane secondarie - Vmax=50-70km/h)

L (cdm ²)	U ₀ (lx/m ²)	U ₁ (lx/m ²)	E (lx)	E _{min} (lx)	U ₀ (lx/m ²)	Tl (%)	E _v (lx)	Categoria Illuminazione per zone adibite (vedi Tab. 4.1.1)
1,00	0,4	0,7				15		S1

INDICAZIONE PROGETTUALE: armatura stradale su palo o mensola SAP Ra220

ME3c (Strade urbane Interquartiere e di quartiere - Vmax=50km/h)

L (cdm ²)	U ₀ (lx/m ²)	U ₁ (lx/m ²)	E (lx)	E _{min} (lx)	U ₀ (lx/m ²)	Tl (%)	E _v (lx)	Categoria Illuminazione per zone adibite (vedi Tab. 4.1.1)
1,00	0,4	0,5				15		S1

INDICAZIONE PROGETTUALE: armatura stradale su palo o mensola SAP Ra220

ME4b (Strade locali urbane - Vmax=50 km/h)

L (cdm ²)	U ₀ (lx/m ²)	U ₁ (lx/m ²)	E (lx)	E _{min} (lx)	U ₀ (lx/m ²)	Tl (%)	E _v (lx)	Categoria Illuminazione per zone adibite (vedi Tab. 4.1.1)
0,75	0,4	0,5				15		S2

INDICAZIONE PROGETTUALE: armatura stradale su palo o mensola SAP Ra220

CE3 (Strade di categoria CE4 in zone in cui sono richiesti aumenti di categoria per motivi di sicurezza pedonale e alla fruizione dei luoghi)

L (cdm ²)	U ₀ (lx/m ²)	U ₁ (lx/m ²)	E (lx)	E _{min} (lx)	U ₀ (lx/m ²)	Tl (%)	E _v (lx)	Categoria Illuminazione per zone adibite (vedi Tab. 4.1.1)
			15		0,4	15	5	S1

INDICAZIONE PROGETTUALE: armatura stradale o apparecchio con ottica su palo, rivincia, parete HIT Ra265 9000lm/w

CE4 (Strade locali urbane con ripetute zone di conflitto)

L (cdm ²)	U ₀ (lx/m ²)	U ₁ (lx/m ²)	E (lx)	E _{min} (lx)	U ₀ (lx/m ²)	Tl (%)	E _v (lx)	Categoria Illuminazione per zone adibite (vedi Tab. 4.1.1)
			10		0,4	15	5	S2



INDICAZIONE PROGETTUALE: armatura stradale su palo o mensola SAP Ra220

S3 (Aree esclusivamente pedonali o ciclabili)

L (cdm ²)	U ₀ (lx/m ²)	U ₁ (lx/m ²)	E (lx)	E _{min} (lx)	U ₀ (lx/m ²)	Tl (%)	E _v (lx)
			7,5	1,5	0,4	10	5

INDICAZIONE PROGETTUALE: apparecchio su palo con ottica per percorsi ciclopedonali. Sorgente: HIT-CE, LED, O FLUORESCENTI COMPATTE. Ra2 65 9000lm/w

Intersezioni e rotonde - Classificate in relazione alle categorie delle strade di accesso all'intersezione

	E (lx)	U ₀ (lx/m ²)	Tl (%)	Categoria illuminazione per attraversamenti pedonali
	20	0,4	10	EV4
	15	0,4	15	EV5

INDICAZIONE PROGETTUALE: armatura stradale o armatura faretto o moduli su palo o mensola SAP Ra220

 AREE VERDI

 AREE DI SOSTA - PARCHEGGI

PROPOSTE DI INTERVENTO

CRITERI GENERALI

La realizzazione del **PRIC** per il Comune di Cardano al Campo comporta l'elaborazione di scelte progettuali ben precise, che scaturiscono dall'attenta analisi multidisciplinare e da tutti i dati riportati nei capitoli precedenti.

Ogni singolo contesto da riqualificare e/o ciascuna nuova realizzazione richiede un progetto specifico, sia che si tratti di uno svincolo viabilistico, o di una nuova lottizzazione, o che si riferisca ad una parte del centro storico.

Le soluzioni illuminotecniche proposte dal **PRIC** che valorizzano, attraverso l'illuminazione artificiale, gli scenari del territorio di Cardano al Campo si fondano sugli obiettivi primari, di seguito elencati.

Obiettivi urbanistici

I requisiti richiesti per una chiara lettura urbanistica sono:

- equilibrio delle luminanze della scena,
- gerarchia delle luminanze dei vari assi stradali,
- illuminamento dei piani orizzontali e verticali,
- resa cromatica elevata,
- tonalità della luce,
- relazione tra "luce" e ambiente, in contesti specifici e globali, per la corretta percezione dello spazio, la sensazione di tranquillità e la mancanza di abbagliamento.

Obiettivi percettivi

L'immagine urbana sarà migliorata con l'uso di apparecchi di illuminazione idonei e di aspetto, forma, colore, dimensioni e materiali adatti al contesto.

Le tipologie utilizzate non saranno invasive, anche rispetto alla metodica di installazione, ponendo grande attenzione anche all'impatto diurno, specialmente nei contesti che riguardano l'illuminazione "artistica".

Gli apparecchi di illuminazione saranno ridotti a poche tipologie, per garantire uniformità e caratterizzare l'immagine urbana dell'abitato, impianti dotati di sorgenti luminose idonee, per quanto riguarda la scelta del colore e della temperatura della luce, in relazione ai singoli progetti o al contesto da illuminare, soprattutto.

Obiettivi sociali

I luoghi di aggregazione sociale saranno illuminati in modo tale da valorizzare l'architettura e favorire l'incontro e la permanenza, attraverso:

- massimo comfort visivo,
- minimizzazione o annullamento degli effetti di inquinamento luminoso, attuato tramite il controllo del flusso luminoso diretto verso la volta celeste,
- limitazione dell'abbagliamento diretto e controllo dei gradienti di luminanza per ciascuna scena visiva.

QUADRO NORMATIVO

Il **PRIC** rispetta tutte le normative vigenti riguardanti i livelli di luminanza e illuminamento richiesti ai nuovi impianti e, soprattutto, i livelli minimi richiesti dalla

norma EN 13201-2 (luminanza, illuminamento, uniformità).

La norma riguarda le esigenze visive di determinati utenti della strada in certi tipi di zone della strada e ambienti:

conducenti di veicoli motorizzati su strade che consentono velocità medio/alte;

conducenti di veicoli motorizzati, pedoni e ciclisti in zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde e zone con presenza di coda;

pedoni e ciclisti su zone pedonali e piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, strade urbane, strade pedonali, aree di parcheggio, cortili pubblici,

Per gli utenti del traffico veicolare è garantita la possibilità di poter percepire distintamente, e in tempo utile, tutti i dettagli dell'ambiente necessari alla condotta del proprio automezzo.

L'illuminazione stradale fornirà, dunque, ogni indicazione visiva necessaria per i conducenti di veicoli sulle differenti tipologie di strade, per i ciclisti e i pedoni anche sulle piste a loro dedicate e per tutti gli utenti in particolari zone di conflitto.

I requisiti fondamentali, differenti per ciascuna categoria, da rispettare sono:

- la *luminanza media minima mantenuta del manto stradale*, la quale dipende dalla posizione dell'osservatore, dalla posizione della sorgente luminosa e dalle caratteristiche di riflessione della pavimentazione. La porzione di carreggiata stradale la cui luminanza riveste maggiore importanza per il traffico notturno è quella generalmente compresa fra i 60m e i 180m davanti al guidatore.
- L'*uniformità della luminanza* (uniformità generale e uniformità longitudinale) sulla carreggiata stradale, che è necessaria sia per consentire la percezione di eventuali ostacoli in qualsiasi punto della stessa, sia per assicurare il comfort visivo del conducente.
- L'*illuminamento minimo mantenuto e l'illuminamento medio mantenuto* su una zona della strada.
- L'*uniformità dell'illuminamento* pari al rapporto tra l'illuminamento minimo e medio.
- La *limitazione dell'abbagliamento*, per la quale si deve far riferimento al valore di incremento di soglia (Ti) che indica la misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale. L'*abbagliamento debilitante* esprime la misura in cui l'impianto di illuminazione provoca una riduzione della capacità di percezione.
- L'*illuminazione degli immediati dintorni* espressa con il rapporto di contiguità (di illuminamento di una carreggiata di una strada) (SR) che indica l'illuminamento medio sulle fasce appena al di fuori della carreggiata, in rapporto all'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi.
- In alcuni casi particolari in cui è necessario vedere superfici verticali è richiesto anche il valore minimo di *illuminamento verticale*.

LEGGE REGIONALE 17/2000 –e successive integrazioni

Oltre alla normativa illuminotecnica per l'illuminazione stradale, In Lombardia, come nella quasi totalità delle regioni italiane, è in vigore anche la più restrittiva L.R. 17/2000 riguardante **"Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di**

illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso", per l'osservanza della quale è necessario intervenire drasticamente sull'esistente (sostituendo spesso la quasi totalità delle armature stradali e delle sorgenti).

Questa norma combatte ogni forma di irradiazione di luce che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.

La legge considera impianti anti-inquinamento quelli con le seguenti caratteristiche:

- apparecchi che possono emettere oltre i 90° dall'asse verticale un'intensità luminosa massima pari a $0 \div 0,49$ [cd/km]. Per l'illuminazione degli edifici e dei monumenti, i fasci luminosi devono rimanere almeno un metro al di sotto del bordo superiore della superficie da illuminare;
- lampade recessate nel vano ottico superiore dell'apparecchio;
- uso esclusivo di lampade ad elevata efficienza luminosa (vapori di sodio ad alta e bassa pressione o alogenuri metallici, fluorescenti compatte e sodio a luce bianca, con alta resa cromatica);
- coppa di chiusura dell'apparecchio piana e che non deve ingiallire;
- luminanza delle superfici minima pari a quella richiesta dalle norme e non superiore a 1 [cd/mq].

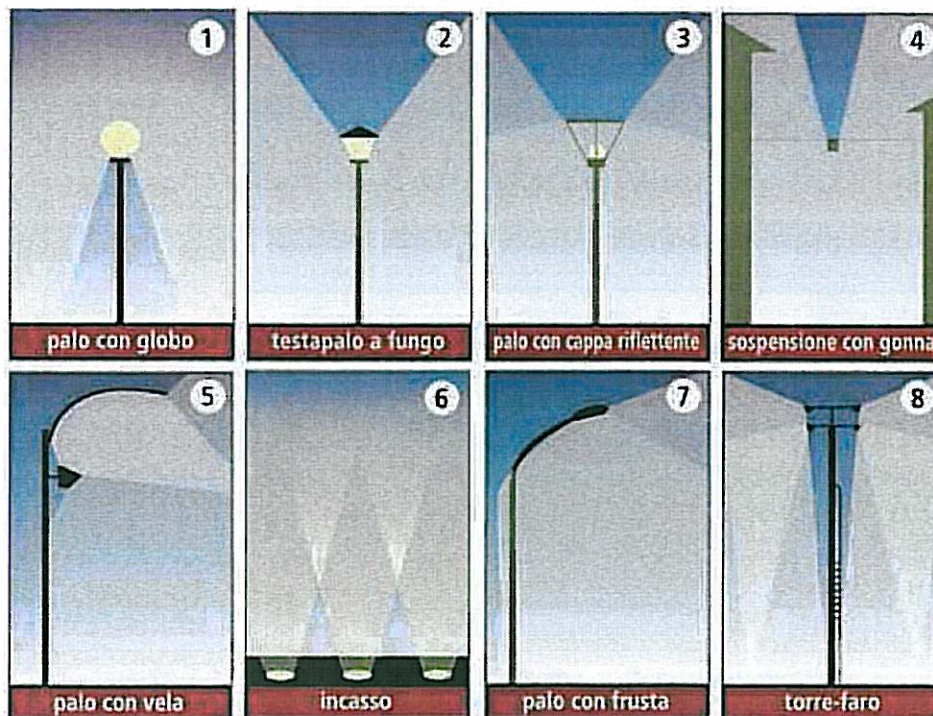


Figura 5.1 – Impianti di illuminazione non ammessi dalla LR 17/00.

QUADRO TECNOLOGICO

Le scelte progettuali prevedono, come requisito fondamentale, soluzioni per favorire l'efficienza ed il risparmio energetico, l'ottimizzazione dei costi di manutenzione e rendere minimo l'impatto ambientale.

I criteri da adottare riguardano i componenti di seguito elencati.

Sorgenti luminose e sostegni

Si dovranno utilizzare apparecchi di illuminazione di tipo "chiuso", con grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e acqua non inferiore a IP65 per il vano ottico, e IP43 per il vano accessori. I proiettori devono essere IP65.

Apparecchi con tali caratteristiche mantengono le ottiche pulite e quindi un alto rendimento (rapporto tra flusso luminoso emesso dalla sorgente e quello emesso dall'apparecchio).

Gli apparecchi dall'ottica aperta, invece, hanno un rendimento basso poiché l'ottica o il diffusore tende ad ossidarsi e a sporcarsi facilmente, rimandando al suolo molto meno flusso di quello emesso dalla sorgente. Inoltre, proprio perché aperti, questi apparecchi necessitano di una manutenzione più frequente, con relativo aumento degli oneri gestionali.

Si propone di utilizzare le diverse tipologie installabili in base alle loro destinazioni funzionali, con il compito preciso di dare alla città un'immagine di omogeneità e di armonia. A tal proposito, si predilige utilizzare limitate tipologie di sostegno verticale (le diverse altezze dei pali saranno funzionali alla propria destinazione) per i tratti viari, con apparecchio di illuminazione che controlli la direzione del flusso luminoso.

Si propone inoltre di intervenire con la progettazione di diverse tipologie di illuminazione per valorizzare gli ambiti territoriali caratteristici di Cardano al Campo (da individuare): illuminazione d'accento, installazione di corpi illuminanti di arredo, il colore della sorgente luminosa, daranno carattere agli elementi essenziali della città.

Il PRIC interviene anche nelle sedi stradali poco o per nulla illuminate, cercando di renderle funzionali senza però stravolgerne la natura.

Le tipologie di impianto da usare sono:

- **Palo con sbraccio**

Palo conico h 8/10/12 m f.t.

Sbraccio orizzontale

Disposizione unilaterale o in quinconce

Proposto per le strade molto larghe o con forte traffico automobilistico, in modo che lo sbraccio possa illuminare l'intera ampiezza della carreggiata.

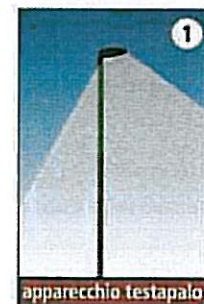


- **Palo con apparecchio tesa palo**

Palo conico h. 8/10/12 m f.t.

Disposizione unilaterale

Proposto per le strade delle zone residenziali con villette di prospetto arretrato rispetto al marciapiede.



- **Apparecchio sotto gronda**

Installazione sotto gronda

Proiettore su staffa a muro

Disposizione unilaterale

Proposto per le strade molto strette, in ambito storico, dove i fronti sono di altezza omogenea e si può mantenere la stessa quota di installazione.



- **Braccio a muro**

Installazione h. 6 m

Apparecchio su braccio a muro

Disposizione unilaterale

Proposto per le strade di media larghezza dove i fronti sono sul filo del marciapiede ma di altezze differenti.



Si indica l'uso di pali con sbraccio solo per strade larghe e non residenziali, mentre il sistema testa palo è stato riservato alle strade residenziali in modo da non costituire un elemento troppo invasivo nella prospettiva dell'asse stradale.

Il sistema sotto gronda è previsto solo per pochi percorsi per i quali si utilizza la sorgente ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico, mentre per gli altri casi in cui l'utilizzo del palo non è idoneo, si è opti per il braccio a muro.

Sorgenti

Si dovranno utilizzare sorgenti con efficienza luminosa non inferiore a **85 lm/W**. Non sono proposte lampade a vapori di mercurio, lampade ad incandescenza e lampade a luce miscelata, a causa della loro bassa efficienza luminosa.

Le sorgenti previste nel **PRIC**, considerano come prevalenti il colore dei materiali, gli aspetti dell'impianto cittadino e la normativa vigente.

Si suggerisce quindi l'utilizzo di tecnologie caratterizzate da lunga durata e alta efficienza luminosa, quali:

- **sorgenti a vapore di sodio;**
- **lampade a alogenuri metallici;**
- **LED ad alta efficienza**

Particolare attenzione è rivolta al colore della luce anche se occorre sottolineare come lo sfruttamento delle potenzialità scenografiche della stessa luce, soprattutto con cromie differenti, sia un mezzo espressivo da usarsi con discrezione. Nel progetto la luce verrà infatti intesa come strumento per orientare, distinguere, valorizzare o mettere in secondo piano e non, salvo applicazioni specifiche.

L'uso di sorgenti con differenti temperature di colore (da 2000K delle lampade al sodio ai 6000 dei LED) rappresenta uno strumento per creare una guida visiva utile per i conducenti dei veicoli motorizzati lungo la rete stradale comunale. La scelta che si va delineando fa propria la consuetudine di privilegiare lampade al sodio caratterizzate da una temperatura di colore bassa. Sorgenti con caratteristica luce con temperatura di

colore maggiore (4200K-5000K) vengono indicate l'illuminazione di monumenti, giardini e zone centrali soprattutto per la loro ottima resa cromatica che esalta le superfici di edifici di rilevanza storica architettuale e permette una migliore riconoscibilità dei volti dei pedoni aumentando il senso di sicurezza e comfort visivo.

Per l'illuminazione delle strade a maggior traffico pedonale poste nelle zone centrali, sono indicate:

- **lampade ad alogenuri a tonalità calda,**
- **lampade al sodio a luce bianca,**
- **LED ad alta resacromatica**

con **Ra=65** e temperatura di colore pari fino a **4200 K**.

Per l'illuminazione delle strade residenziali è proposto l'utilizzo dello stesso tipo di sorgente luminosa già impiegata per tutto il resto del quartiere.

Per l'illuminazione degli edifici storici e di culto si utilizzeranno apparecchi posizionati sotto gronda e **lampade a vapori di alogenuri o LED**, con un indice di resa cromatica **Ra=85** e temperatura di colore pari a **3.000 k - 4000 K**.

Per l'illuminazione delle strade con traffico veicolare elevato, anche per garantire la sicurezza stradale, è proposto l'utilizzo di **lampade a vapori di sodio ad alta pressione**, con indice di resa cromatica **Ra=25** e temperatura di colore pari a **2.000 K**.

Per l'illuminazione di strade con esercizi commerciali, aree residenziali, verde pubblico, è proposto l'utilizzo di:

- **lampade a vapori di alogenuri,**
- **lampade a vapori di sodio ad alta pressione,**
- **LED**

con indice di resa cromatica **Ra = 85** e temperatura di colore pari a **3.000 K - 4000 K**.

Per l'illuminazione delle grandi aree (parcheggi, piazzali, piazze), è proposto l'utilizzo di **torri-faro**, quando la potenza da installare risulti inferiore a quella richiesta da impianti tradizionali.

Per l'illuminazione delle zone non residenziali (es. zone industriali) è proposto l'utilizzo di **lampade al sodio a bassa pressione ed alta**, con indice di resa cromatica **Ra=25** e temperatura di colore pari a **1.700 K - 2000 K**.

Nei casi progettuali per i quali la percezione dei colori costituisce un elemento non trascurabile, è fondamentale utilizzare lampade con ottima resa cromatica pari almeno a **Ra= 85**.

Per l'illuminazione di impianti sportivi, è proposto l'utilizzo di **lampade agli alogenuri metallici**, con indice di resa cromatica **Ra=85** e temperatura di colore pari a **5000 K - 6.500 K**, per garantire più elevati livelli di illuminamento a parità di potenza elettrica, anche se le lampade al sodio, ad alta pressione, si lasciano preferire per motivi di risparmio energetico.

Le configurazioni di questi impianti prevedono diversi livelli di illuminazione in relazione all'utilizzo delle aree (allenamento, gara, riprese televisive), mantenuti con proiettori asimmetrici montati con vetro di protezione orizzontale o altri equivalenti e che consentono di ottenere **0 candele per 1000 lumen a 90°** contenendo, allo stesso tempo, la dispersione di luce al di fuori del campo di gara/gioco (es. sugli spalti).

Per tutti gli impianti è previsto l'utilizzo di appositi sistemi di **sistemi automatici di controllo e regolazione**, che garantiscano, per l'illuminazione dei singoli ambiti

urbanistici (edifici, monumenti, piazze, strade, parcheggi di centri commerciali ecc.), l'accensione e lo spegnimento parziale o totale, e/o la regolazione programmata dei flussi luminosi e della potenza elettrica ore in cui gli impianti non sono utilizzati o condotti in modalità ridotte.

La scelta delle tipologie di sorgenti luminose proposte scaturisce da motivazioni differenti: le caratteristiche cromatiche sono adattate alle superfici cui sono destinate; l'elevata efficienza luminosa consente di limitare la potenza elettrica installata ed assorbita, contenendo quindi i costi di esercizio dell'impianto. Le sorgenti luminose indicate, hanno tutte una vita media elevata.

Impianti

L'impianto scelto ha come priorità la sicurezza verso le persone, che deve essere garantita per tutto il suo ciclo di vita, in condizione di funzionamento normale ed in caso di atti vandalici.

La riduzione della manutenzione periodica è il secondo obiettivo da perseguire.

Tutta la componentistica, oltre ad essere a norma e dotata del marchio CE, deve possedere un doppio isolamento con l'aggiunta, in alcuni casi, di protezioni elettriche a monte dell'impianto.

Le linee elettriche di alimentazione sono previste interrate, sia per motivi di sicurezza che per ragioni estetiche; le derivazioni sono del tipo a giunzione rigida in doppio isolamento ed effettuate esclusivamente nei pozzetti, senza possibilità alcuna di utilizzo degli sportelli dei sostegni.

L'alimentazione di apparecchi sottogronda o fissati a mensola sulle pareti, avviene tramite cavi aerei raso muro, sia per contenere i costi, sia per non provocare danni ai manufatti.

Il tracciato dei cavi è comunque stabilito caso per caso, prestando attenzione a ridurre l'impatto visivo.

Con riferimento alle priorità si è scelto di considerare i seguenti aspetti:

- **urgenza tecnica**, principalmente per le situazioni di pericolosità o di grave obsolescenza non risolvibili attraverso la semplice manutenzione ordinaria e con caratteristiche di estensione non limitata a uno o pochi punti luce (di principio, questa valutazione è demandata agli organi tecnici);
- **urgenza politica**: per le esigenze della cittadinanza, per la sicurezza ambientale e/o per le necessità di sviluppo e valorizzazione dei contesti individuati sulla base di parametri non tecnici quali la programmazione urbanistica, l'economia di scala, il sostegno alle attività turistiche o commerciali, ecc.(tendenzialmente demandata agli organi politico - amministrativi).

Programma generale

Il programma generale di rinnovamento, da redigere su parametri essenzialmente economici e su una scala di collocazione urbana per zone o aree di intervento, contiene tutti i requisiti che non rientrano tra le urgenze tecniche e politiche.

Il piano di manutenzione

Il progetto dell'impianto di illuminazione deve prevedere anche un piano di manutenzione.

Per gli apparecchi installati a quota inferiore a 2m, facilmente raggiungibili dal piano di calpestio, non sono considerate particolari attrezzature per gli interventi di manutenzione.

Per gli apparecchi installati a quota compresa tra 2m e 5 m, si utilizzerà una scala.

Per gli apparecchi installati ad una quota compresa tra 5m e 10 m, occorrerà un trabattello o una scala estensibile.

Per gli apparecchi installati ad una quota superiore ai 10 m, servirà un intervento molto più oneroso attraverso l'utilizzo di un automezzo dotato di braccio articolato e di cestello.

La manutenzione ordinaria sarà costituita dalla pulizia degli schermi e dei riflettori (per mantenere alto il rendimento luminoso e poter utilizzare quindi una potenza inferiore in fase di progettazione di nuovi impianti).

Per la sostituzione delle sorgenti, bisogna calcolare i tempi di accensione dei singoli circuiti e la vita media delle lampade installate, per poterne ricavare una tabella relativa ai tempi programmati di sostituzione delle lampade per ogni circuito.

Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite con le apparecchiature non in tensione, da personale qualificato e autorizzato.

Per i gruppi di continuità si raccomanda di sostituire periodicamente le batterie come da istruzioni.

Per quanto riguarda l'efficienza dell'impianto di terra, valgono le vigenti disposizioni di legge.

DEFINIZIONE DEGLI AMBITI-TIPO.

Vengono di seguito riportati i progetti di alcuni ambiti con i quali si intendono identificare le tipologie rilevate sul territorio comunale; pur se identificabili caso per caso con singole strade, essi rappresentano puri elementi di esemplificazione rispetto alla metodica di illuminazione relativa alle singole categorie e classi, contestualizzate solo al fine di una migliore rispondenza alla geometria campionata.

Sono quindi presenti una strada extraurbana secondaria, una strada urbana interquartiere, una strada locale urbana, una strada locale urbana con zone di conflitto e una pista ciclabile.

Valgono tutte le considerazioni già espresse nei Capitoli precedenti.

Ambito A: Strada extraurbana secondaria ME3a - Via Giovanni XXIII.

Dati di Progetto

Requisiti Normativi - UNI 11248-EN 13201-1

Velocità massima	Km/h	50-70
valore minimo di luminanza media mantenuta	cd/mq	1
Uo	Lmin/Lm	0,4
UI	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento Ti	%	15
SR		≥ 0.5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		vapori di mercurio ; sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	125; 100
installazione		Unilaterale
Larghezza della carreggiata	m	7
Altezza palo	m	8
interdistanza media dei pali	m	60

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	150
flusso luminoso	lm	15.000
resa cromatica		65
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	m	10
interdistanza media dei pali	m	37
dimensione dello sbraccio	m	0,5

Risultati di calcolo

luminanza media mantenuta	cd/mq	1
Uo	Lmin/Lm	0,50
UI	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento Ti	%	7
SR		0.6

Luminanza a terra.

reticolo: principale = a Z 0,00 m
 tipo di calcolo: Luminanza -> Osservatore principale(-60,00; 9,75; 1,50) [cd/m²]
 manto stradale: Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070

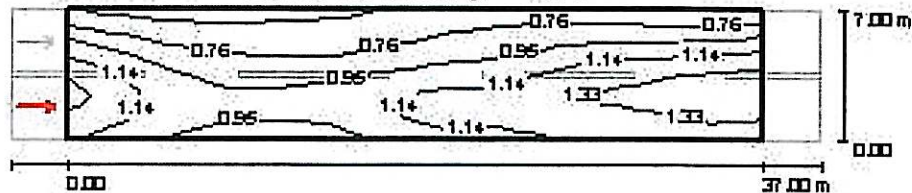


Figura 5.1 - luminanza a terra - curve isolux.

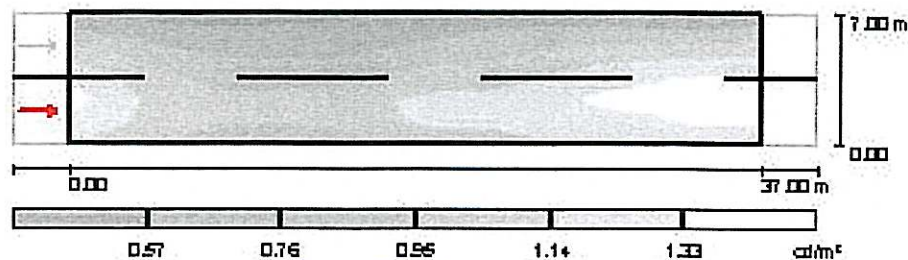


Figura 5.2 - luminanza a terra.

Ambito B: Strada urbana (inter)quartiere ME3c – Via Giovanni XXIII.

Dati di Progetto

Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1

Velocità massima	Km/h	50
valore minimo di luminanza media mantenuta	cd/mq	1
Uo	Lmin/Lm	0,4
UI	Lmin/Lm	0,5
abbagliamento Ti	%	15
SR		≥ 0,5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		vapori di mercurio
potenza nominale lampada	W	125
installazione		Unilaterale
Larghezza della carreggiata	M	9
Altezza palo	M	8
interdistanza media dei pali	M	60

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	150
flusso luminoso	lm	15.000
resa cromatica		65
installazione		Unilaterale
altezza dal piano stradale	M	9
interdistanza media dei pali	M	34
dimensione dello sbraccio	M	0,5

Risultati di calcolo

luminanza media mantenuta	cd/mq	1
Uo	Lmin/Lm	0,4
UI	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento Ti	%	8
SR		0,5

Luminanza a terra.

reticolo: principale = a Z 0,00 m
 tipo di calcolo: Luminanza -> Osservatore principale(-60,00; 9,75; 1,50) [cd/m²]
 manto stradale: Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070

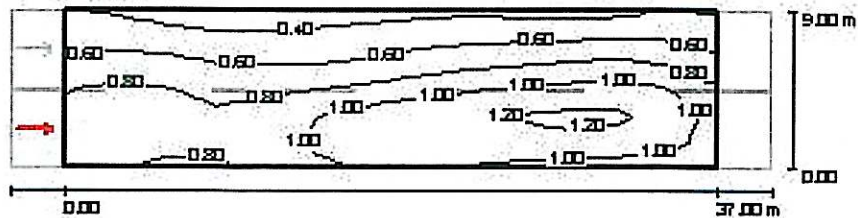


Figura 5.3 – luminanza a terra – curve isolux.

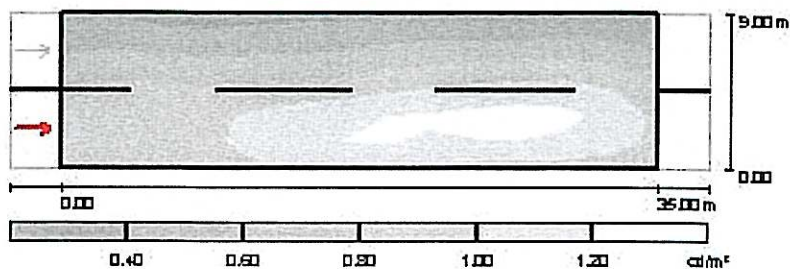


Figura 5.4 – luminanza a terra.

Ambito C: Strada locale urbana ME4b - Via Gramsci.

Dati di Progetto

Requisiti Normativi - UNI 11248-EN 13201-1

Velocità massima	Km/h	50
valore minimo di luminanza media mantenuta	cd/mq	0,75
U ₀	Lmin/Lm	0,4
U ₁	Lmin/Lm	0,5
abbagliamento T _i	%	15
SR		≥ 0,5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		vapori di mercurio; sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	125; 150
Installazione		unilaterale
Larghezza della carreggiata	M	9
Altezza dal piano stradale	M	8
Interdistanza media dei pali	M	55

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	150
flusso luminoso	lm	15000
resa cromatica		65
Installazione		Unilaterale
altezza dal piano stradale	M	10,00
Interdistanza media dei pali	M	37
dimensione dello sbraccio	M	0,5

Risultati di calcolo

luminanza media mantenuta	cd/mq	0,8
U ₀	Lmin/Lm	0,4
U ₁	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento T _i	%	7
SR		0,5

Luminanza a terra.

reticolo: principale = a Z 0,00 m
 tipo di calcolo: Luminanza -> Osservatore principale(-60,00; 9,75; 1,50) [cd/m²]
 manto stradale: Asphalt CIE C2 con Q₀ = 0,070

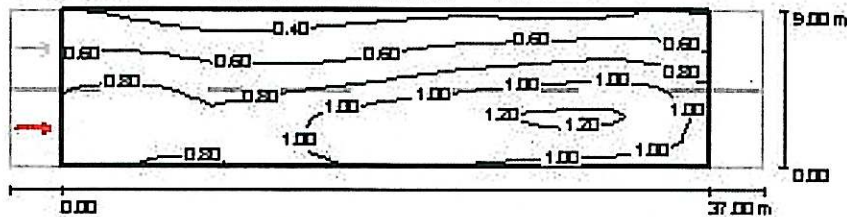


Figura 5.5 - luminanza a terra - curve isolux.

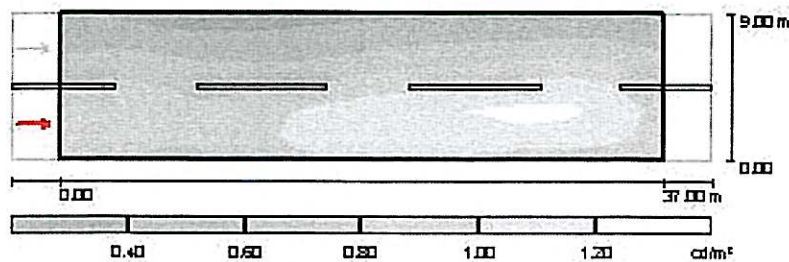


Figura 5.7 - luminanza a terra.

Ambito D: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE3 – P.za Falcone e Borsellino

Dati di Progetto

Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1

E illuminamento	lux	≥ 15
Uo	Emin/Em	≥ 0,4
Ev	lux	≥ 5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq.	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		Alogenuri metallici
potenza nominale lampada	W	150
installazione		unilaterale
Larghezza della carreggiata	M	4,5
Altezza dal piano stradale	M	7
interdistanza media dei pali	M	20

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		Alogenuri metallici
potenza nominale lampada	W	70
flusso luminoso	lm	6300
resa cromatica		90
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	mt.	6
interdistanza media dei pali	mt.	20
dimensione dello sbraccio	cm.	0

Risultati di calcolo

E	lux	15
Uo	Emin/Em	0,5
Ev Illuminamento min verticale	lux	5

Illuminamento orizzontale medio.

reticolo: principale = a Z 0,00 m
 tipo di calcolo: tipo di calcolo: E orizzontale [lux]

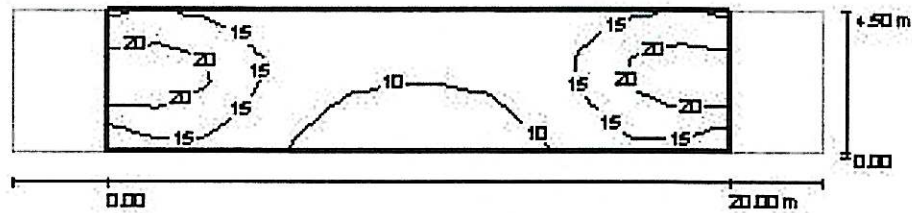


Figura 5.7 – Illuminamento orizzontale medio – curve isolux.

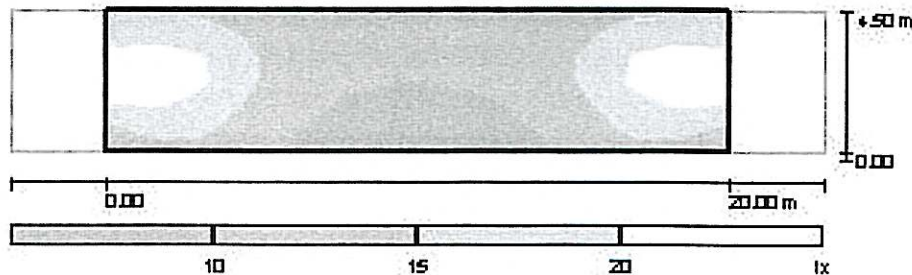


Figura 5.8 – Illuminamento orizzontale medio.

Ambito E; Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4- Via Viverone.

Dati di Progetto

Requisiti Normativi - UNI 11248-EN 13201-1

E illuminamento	lux	≥ 15
Uo	Emin/Em	≥ 0,4
Ev	%	≥ 5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq.	S2

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		Vapori di mercurio
potenza nominale lampada	W	125
installazione		unilaterale
Larghezza della carreggiata	m	4,5
Altezza dal piano stradale	m	8
interdistanza media dei pali	m	C'è un solo palo

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	70
flusso luminoso	lm	6600
resa cromatica		65
installazione		Unilaterale
altezza dal piano stradale	mt.	6
interdistanza media dei pali	mt.	22
dimensione dello sbraccio	cm.	0,5

Risultati di calcolo

E illuminamento	lux	19
Uo	Emin/Em	0,4
Ev	lux	5

Illuminamento orizzontale medio.

reticolo: principale = a Z 0,00 m
 tipo di calcolo: tipo di calcolo: E orizzontale [lux]

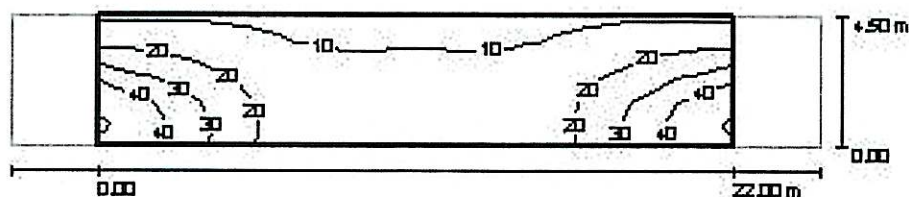


Figura 5.9 - Illuminamento orizzontale medio - curve isolux.

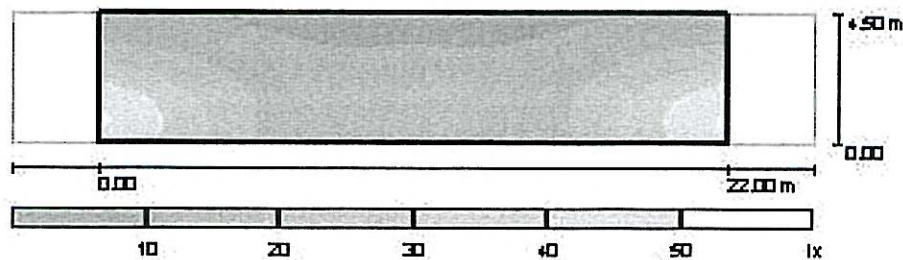


Figura 5.10 - Illuminamento orizzontale medio.

Ambito E: Strada locale urbana con ripetute zone di conflitto CE4- Nuovo tratto strada comunale Ronchetto.

Dati di Progetto

Requisiti Normativi - UNI 11248-EN 13201-1

E illuminamento	Lux	≥ 10
Uo	Emin/Em	≥ 0,4
Ev	%	≥ 5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq.	S2

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

Lunghezza del tratto stradale	m	580
Larghezza della carreggiata	m	10 (8 + 2 marc.)

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		Testa-palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	100
flusso luminoso	lm	10000
resa cromatica		65
installazione		Unilaterale
altezza dal piano stradale	mt.	8
interdistanza media dei pali	mt.	32
dimensione dello sbraccio	cm.	0,5

Risultati di calcolo

E illuminamento	lux	12
Uo	Emin/Em	0,4
Ev	lux	6

Illuminamento orizzontale medio.

reticolo: principale = a Z 0,00 m
 tipo di calcolo: tipo di calcolo: E orizzontale [lux]

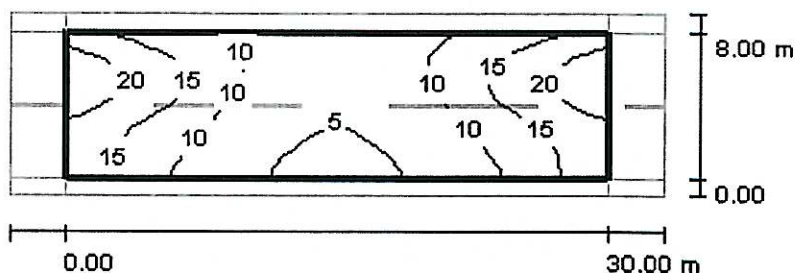


Figura 5.13 - Illuminamento orizzontale medio - curve isolux.

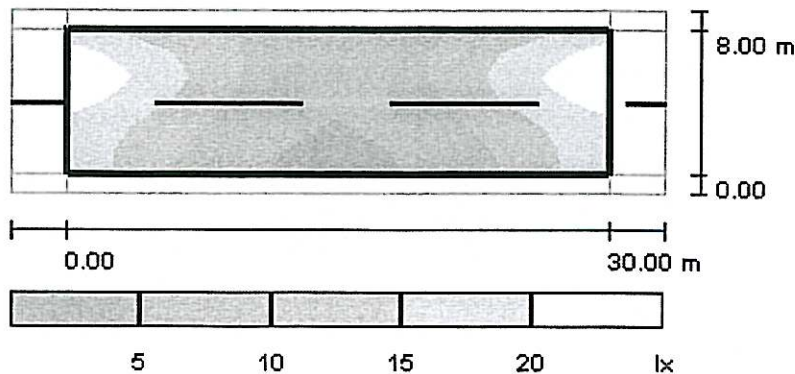


Figura 5.14 - Illuminamento orizzontale medio.

Ambito F: Aree esclusivamente pedonali o ciclabili S3 – Via Adige.

Dati di Progetto

Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1

E illuminamento	lux	7,5
Emin illuminamento minimo	Emin/Em	1,5
Uo	Emin/Em	0,4
abbagliamento Ti	%	10
Ev	lux	5

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		Alogenuri metallici
potenza nominale lampada	W	70
installazione		unilaterale
Larghezza della carreggiata	m	4,5
Altezza dal piano stradale	m	5
interdistanza media dei pali	m	32

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		Palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		Led
potenza nominale lampada	W	40
flusso luminoso	lm	2900
resa cromatica		85
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	mt.	6
interdistanza media dei pali	mt.	22
dimensione dello sbraccio	cm.	0,5

Risultati di calcolo

E illuminamento	lux	11
Emin illuminamento minimo	Emin/Em	6,6
Uo	Emin/Em	0,6
Ev	lux	5

Illuminamento orizzontale medio.

reticolo: principale = a Z 0,00 m
 tipo di calcolo: tipo di calcolo: E orizzontale [lux]

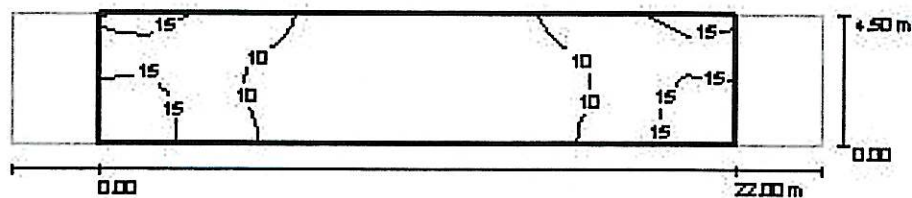


Figura 5.15 – Illuminamento orizzontale medio – curve isolux.

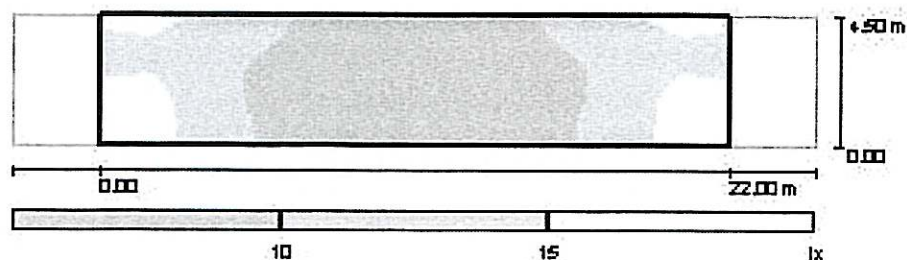


Figura 5.16 – Illuminamento orizzontale medio.

Ambito G: Via Liberazione: Giardino rialzato su Via G. da Cardano

Dati di Progetto

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		Tesata
tipologia della lampada		Vapori di mercurio
potenza nominale lampada	W	125
installazione		Centro giardino
Larghezza giardino	m	13
Lunghezza giardino	m	55
Altezza dal piano di calpestio	m	6
interdistanza media dei corpi	m	Un solo corpo illuminante

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		Tesata
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		Led
potenza nominale lampada	W	60
flusso luminoso	lm	5000
resa cromatica		85
installazione		Centro giardino
altezza dal piano di calpestio	m	5
interdistanza media dei pali	m	19

Risultati di calcolo

E illuminamento	lux	9
Emin illuminamento minimo	Emin/Em	4
Uo	Emin/Em	0,4

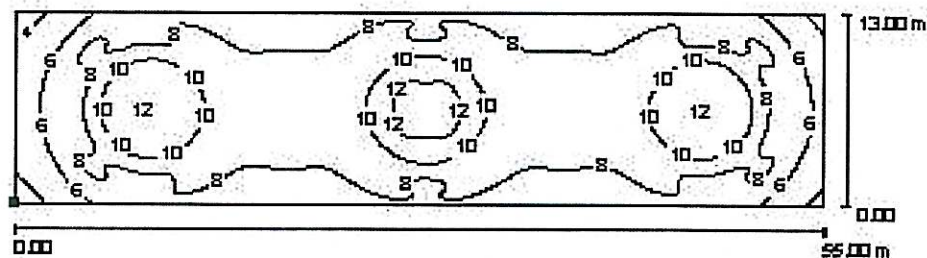


Figura 5.17 - Illuminamento orizzontale medio - curve isolux.

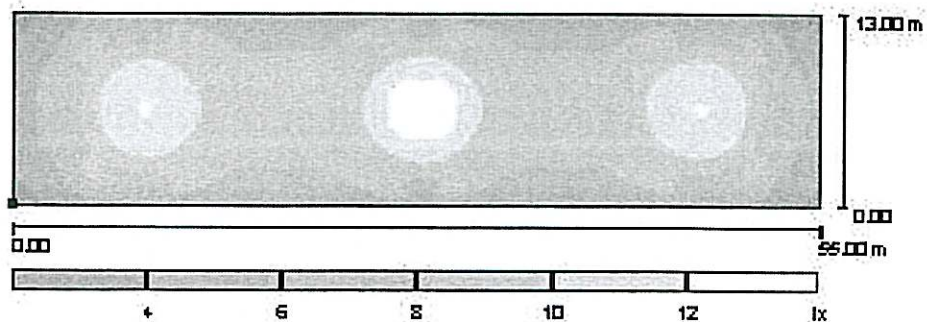


Figura 5.18 - Illuminamento orizzontale medio.

EFFICIENZA ENERGETICA E RISPARMIO ENERGETICO.

Considerate la numerosa statistica di impianti esistenti che non rispettano le norme, per la valutazione dell'efficienza energetica dei nuovi impianti, e le conseguenti quantificazioni dei risparmi energetici, non si può confrontare la situazione esistente con la nuova progettazione.

Per la determinazione del risparmio energetico, invece, si fa riferimento alla procedura di calcolo prevista nell'Allegato B del **Bando 2008 della Regione Lombardia - Linea di Intervento 2.1.2.2 "Interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti di illuminazione pubblica"**

Secondo questa procedura il risparmio energetico per gli interventi di adeguamento degli impianti esistenti e i nuovi impianti viene calcolato mettendo in relazione i consumi annui di energia, espressi in kWh:

- a. **secondo la configurazione di progetto proposta**, considerate le lunghezze delle tratte considerate.

Per gli interventi di ammodernamento (adeguamento o sostituzione) di impianti esistenti, il calcolo del consumo medio annuo (E_p) tiene conto della potenza complessiva installata (P_t) nella tratta considerata, espressa in watt, moltiplicata per 4.200 (numero medio delle ore di funzionamento di un impianto di illuminazione); il valore ottenuto viene moltiplicato per il fattore 1,12 (tiene conto delle perdite di carico del sistema di alimentazione); il risultato è quindi diviso per 1000 (valore normalizzato per i kWh).

$$E_p \text{ [kWh/anno]} = (P_t \text{ [W]} * 4200 \text{ [ore]} * 1,12) / 1000.$$

- b. **della configurazione minima ammissibile.**

Il calcolo del consumo medio annuo (E_m) della configurazione minima ammissibile tiene conto della potenza di un singolo punto luce di progetto (P_i), espressa in watt, diviso il prodotto fra l'altezza (H) dei punti luce, espressa in metri e un fattore pari a 3,7. Il valore ottenuto viene moltiplicato per la lunghezza della tratta considerata (L), quindi per 4.200 (numero medio delle ore di funzionamento di un impianto di illuminazione) e, moltiplicato per il fattore 1,12 (tiene conto delle perdite di carico del sistema di alimentazione); il risultato è quindi diviso per 1000 (valore normalizzato per i kWh).

$$E_m \text{ [kWh/anno]} = (P_i \text{ [W]} / (H * 3,7) * L * 4200 \text{ [ore]} * 1,12) / 1000.$$

Di seguito vengono considerati alcuni degli ambiti di intervento proposti.

STRADE EXTRAURBANA SECONDARIA – ME3a**Via Papa Giovanni XXIII fino incrocio via Per Casorate**

Lunghezza tratto	m	1075
Larghezza della carreggiata	m	7

Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1

Velocità massima	Km/h	50-70
valore minimo di luminanza media mantenuta	cd/mq	1
U _o	Lmin/Lm	0,4
U _l	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento Ti	%	15
SR		≥ 0.5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		vapori di mercurio ; sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	125; 100
installazione		Unilaterale
Altezza palo	m	8
interdistanza media dei pali	m	60
n. apparecchi stradali utilizzati		18
Assorbimento elettrico	W	2525
nominale		

Valori attuali

Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		conformità
cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _l	
1,00	0,18	0,4	0,7	no

- Luminanza sul manto stradale rispetto alla EN 13201-2: molto bassa.
- Gli apparecchi di illuminazione hanno rendimenti bassi ed emettono flusso luminoso verso l'alto, non rispettando quanto previsto dalla L.R. 17/2000.
- valori di uniformità bassi, in conseguenza ad interdistanze troppo elevate 50/60 metri.
- Questa strada ha un illuminazione principalmente realizzata con lampade al mercurio ad alta pressione con bassa efficienza e vietate dalla L.R. 17/2000; brevi tratti prevedono apparecchi con maggiore rendimento e lampade al sodio ad alta pressione

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	150
flusso luminoso	lm	15.000
resa cromatica		65
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	m	10
interdistanza media dei pali	m	37
dimensione dello sbraccio	m	0,5
n. apparecchi stradali utilizzati		28
Assorbimento elettrico	W	4200
nominale		

Risultati di calcolo

luminanza media mantenuta	cd/mq	1
U _o	Lmin/Lm	0,50
U _l	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento Ti	%	7
SR		0.6

Valori di progetto

Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio calcolato	Uniformità valore minimo a norma		Uniformità valore calcolato		conformità
cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _i	U _o	U _i	
1,00	1,00	0,4	0,7	0,5	0,7	si

Applicando i criteri di ammissibilità del Bando 2008 della Regione Lombardia per l'ammissibilità di una richiesta di finanziamento scaturisce che:

1. per una un'interdistanza tra due successivi punti luce di 37 [metri] e una distanza tra sorgente e superficie stradale pari a 10 metri, il rapporto calcolato tra interdistanza e altezza è pari a **3,70** (rispetta il criterio di non essere inferiore al valore minimo di 3,7 previsto al punto A1 del Bando);
2. la potenza complessiva impiegata in tutto il tratto è pari a 4.200 [Watt] produce un rapporto tra potenza e numero di punti luce pari a 150 e rapporto tra [lumen] e [watt] della sorgente impiegata pari a **100** (rispetta il criterio di essere maggiore del valore minimo 88, previsto al punto A3 del bando).
3. La potenza complessiva impiegata in tutto il tratto dà luogo ad un consumo annuo di 19.756,80 [kWh], che posto in relazione al consumo annuo della configurazione minima ammissibile di 20.500,54 [kWh], dà origine ad un risparmio energetico di **743,74 [kWh/anno]**, o di equivalenti 0,69 [kWh/metro] considerando la lunghezza della tratta considerata.
4. La riduzione annua di emissioni in atmosfera, in conseguenza del risparmio energetico ottenuto è di **423,93 Kg di CO₂**.^[4], che può essere considerata **l'equivalente di 55 nuovi alberi** ^[5] messi a dimora virtuale per la riduzione delle emissioni.

^[4] Considerando che 1 [kWh] di energia elettrica consumata equivale a 0,57 Kg di CO₂ immessi in atmosfera.

^[5] Alle condizioni climatiche della Lombardia un albero fissa in media 7,67 Kg di CO₂ l'anno.

STRADE URBANE INTERQUARTIERE E DI QUARTIERE – ME3c**Via Papa Giovanni XXIII da via per Casorate fino a confine comunale**

Lunghezza tratto	m	873	
Larghezza della carreggiata	m	9	
Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1			
Velocità massima		Km/h	50
valore minimo di luminanza media mantenuta		cd/mq	1
U _o		Lmin/Lm	0,4
U _l		Lmin/Lm	0,5
abbagliamento Ti		%	15
SR			≥ 0,5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti		cd/mq	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		vapori di mercurio
potenza nominale lampada	W	125
installazione		Unilaterale
Altezza palo	m	8
interdistanza media dei pali	m	60
n. apparecchi stradali utilizzati		19
Assorbimento elettrico nominale	W	2350

Valori attuali

Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		conformità
cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _l	
1,00	0,18	0,4	0,5	no

- Luminanza sul manto stradale rispetto alla EN 13201-2: molto bassa.
- Gli apparecchi di illuminazione hanno rendimenti bassi ed emettono flusso luminoso verso l'alto non rispettando quanto previsto dalla L.R. 17/2000.
- valori di uniformità bassi, in conseguenza ad interdistanze troppo elevate 50/60 metri.
- Questa strada ha un illuminazione principalmente realizzata con lampade al mercurio ad alta pressione con bassa efficienza e vietate dalla L.R. 17/2000; brevi tratti prevedono apparecchi con maggiore rendimento e lampade al sodio ad alta pressione

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	150
flusso luminoso	lm	15.000
resa cromatica		65
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	m	9
interdistanza media dei pali	m	34
dimensione dello sbraccio	m	0,5
n. apparecchi stradali utilizzati		26
Assorbimento elettrico nominale	W	3900

Risultati di calcolo

luminanza media mantenuta	cd/mq	1
U _o	Lmin/Lm	0,4
U _l	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento Ti	%	8
SR		0,5

Valori di progetto

Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio calcolato	Uniformità valore minimo a norma		Uniformità valore calcolato		conformità
		U _o	U _i	U _o	U _i	
cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _i	U _o	U _i	
1,00	1,00	0,4	0,5	0,4	0,7	si

Applicando i criteri di ammissibilità del Bando 2008 della Regione Lombardia per l'ammissibilità di una richiesta di finanziamento scaturisce che:

1. per una un'interdistanza tra due successivi punti luce di 26 [metri] e una distanza tra sorgente e superficie stradale pari a 9 metri, il rapporto calcolato tra interdistanza e altezza è pari a **3,78** (rispetta il criterio di non essere inferiore al valore minimo di 3,7 previsto al punto A1 del Bando);
2. la potenza complessiva impiegata in tutto il tratto è pari a 3.900 [Watt] produce un rapporto tra potenza e numero di punti luce pari a 150 e rapporto tra [lumen] e [watt] della sorgente impiegata pari a **100** (rispetta il criterio di essere maggiore del valore minimo 88, previsto al punto A3 del bando).
3. La potenza complessiva impiegata in tutto il tratto dà luogo ad un consumo annuo di 18.345,60 [kWh], che posto in relazione al consumo annuo della configurazione minima ammissibile di 18.498,16 [kWh], dà origine ad un risparmio energetico di **152,56 [kWh/anno]**, o di equivalenti 0,17 [kWh/metro] considerando la lunghezza della tratta considerata.
4. La riduzione annua di emissioni in atmosfera, in conseguenza del risparmio energetico ottenuto è di **86,96 Kg di CO₂** [vedi nota su ME3a] che può essere considerata **l'equivalente di 11 nuovi alberi** [vedi nota su ME3a] messi a dimora virtuale per la riduzione delle emissioni.

STRADE LOCALI URBANE ME4b**Via Gramsci**

Lunghezza tratto	m	687
Larghezza della carreggiata	m	9

Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1

Velocità massima	Km/h	50
valore minimo di luminanza media mantenuta	cd/mq	0,75
U _o	Lmin/Lm	0,4
U _l	Lmin/Lm	0,5
abbagliamento Ti	%	15
SR		≥ 0.5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		vapori di mercurio; sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	125; 150
Installazione		unilaterale
Altezza dal piano stradale	m	8
Interdistanza media dei pali	m	55
n. apparecchi stradali utilizzati		22
Assorbimento elettrico nominale	W	2775

Valori attuali

Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma		conformità
cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _l	
0,75	0.25	0,4	0,5	no

- a. Livelli di luminanza troppo bassi rispetto alla norma, apparecchi a basso rendimento e utilizzo di sorgenti a bassa efficienza.

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	150
flusso luminoso	lm	15.000
resa cromatica		65
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	m	10
interdistanza media dei pali	m	37
dimensione dello sbraccio	m	0,5
n. apparecchi stradali utilizzati		18
Assorbimento elettrico nominale	W	2700

Risultati di calcolo

luminanza media mantenuta	cd/mq	0.8
U _o	Lmin/Lm	0,4
U _l	Lmin/Lm	0,7
abbagliamento Ti	%	7
SR		0,5

Valori di progetto

Luminanza valore minimo a norma	Luminanza valore medio calcolato	Uniformità valore minimo a norma		Uniformità valore calcolato		conformità
cd/mq.	cd/mq.	U _o	U _l	U _o	U _l	
0,75	0,8	0,4	0,5	0,4	0,7	si

Applicando i criteri di ammissibilità del Bando 2008 della Regione Lombardia per l'ammissibilità di una richiesta di finanziamento scaturisce che:

1. per una un'interdistanza tra due successivi punti luce di 37 [metri] e una distanza tra sorgente e superficie stradale pari a 10 metri, il rapporto calcolato tra interdistanza e altezza è pari a **3,7** (rispetta il criterio di non essere inferiore al valore minimo di 3,7 previsto al punto A1 del Bando);
2. la potenza complessiva impiegata in tutto il tratto è pari a 2.700 [Watt] produce un rapporto tra potenza e numero di punti luce pari a 150 e rapporto tra [lumen] e [watt] della sorgente impiegata pari a **100** (rispetta il criterio di essere maggiore del valore minimo 88, previsto al punto A3 del bando).
3. La potenza complessiva impiegata in tutto il tratto dà luogo ad un consumo annuo di 12.700,80 [kWh], che posto in relazione al consumo annuo della configurazione minima ammissibile di 13.101,28 [kWh], dà origine ad un risparmio energetico di **400,48 [kWh/anno]**, o di equivalenti 0,58 [kWh/metro] considerando la lunghezza della tratta considerata.
4. La riduzione annua di emissioni in atmosfera, in conseguenza del risparmio energetico ottenuto è di **228,27 Kg di CO₂** [vedi nota su ME3a], che può essere considerata l'**equivalente di 30 nuovi alberi** [vedi nota su ME3a] messi a dimora virtuale per la riduzione delle emissioni.

STRADE LOCALI URBANE CE3

(Esempio di strada di categoria di progetto CE4 aumentata di una categoria in funzione di una maggiore fruizione dei luoghi in oggetto nelle ore serali e notturne)

Via Garibaldi

Lunghezza tratto	m	326
Larghezza della carreggiata	m	6/7

Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1

E illuminamento	lux	≥ 15
U _o	E _{min} /E _m	≥ 0,4
Ev	lux	≥ 5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq.	S1

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		Vapori di mercurio
potenza nominale lampada	W	80, 125
installazione		unilaterale
Altezza dal piano stradale	m	7
interdistanza media dei pali	m	25
n. apparecchi stradali utilizzati		13
Assorbimento elettrico nominale	W	1545

Valori attuali

Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	conformità
E (lux)	E (lux)	U _o	
15	5,00	0,4	no

- a. Strada che richiede livelli di illuminamento più alto, ottenibili con apparecchi di illuminazione con rendimenti migliori, lampade più efficienti ed evitando dispersione di flusso luminoso verso l'alto.

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		Alogenuri metallici
potenza nominale lampada	W	100
flusso luminoso	lm	8800
resa cromatica		90
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	m	7
interdistanza media dei pali	m	26
dimensione dello sbraccio	m	0,5
n. apparecchi stradali utilizzati		13
Assorbimento elettrico nominale	W	1300

Risultati di calcolo

E	lux	15
U _o	E _{min} /E _m	0,5
Ev Illuminamento min verticale	lux	5

Valori di progetto

Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	Uniformità valore calcolato	conformità
E (lux)	E (lux)	U _o	U _o	
15	15	0,4	0,4	si

Applicando i criteri di ammissibilità del Bando 2008 della Regione Lombardia per l'ammissibilità di una richiesta di finanziamento scaturisce che:

1. per una un'interdistanza tra due successivi punti luce di 26 [metri] e una distanza tra sorgente e superficie stradale pari a 7 metri, il rapporto calcolato tra interdistanza e altezza è pari a **3,71** (rispetta il criterio di non essere inferiore al valore minimo di 3,7 previsto al punto A1 del Bando);
2. la potenza complessiva impiegata in tutto il tratto è pari a 1.300 [Watt] produce un rapporto tra potenza e numero di punti luce pari a 100 e rapporto tra [lumen] e [watt] della sorgente impiegata pari a **88** (rispetta il criterio di essere maggiore del valore minimo 88, previsto al punto A3 del bando).
3. La potenza complessiva impiegata in tutto il tratto dà luogo ad un consumo annuo di 6.115,20 [kWh], che posto in relazione al consumo annuo della configurazione minima ammissibile di 8.881,30 [kWh], dà origine ad un risparmio energetico di **2.766,10 [kWh/anno]**, o di equivalenti 8,48 [kWh/metro] considerando la lunghezza della tratta considerata.
4. Considerando che 1 [Kwh] di energia elettrica consumata corrisponde alla produzione di 0,57 Kg di CO₂, la riduzione annua di emissioni in atmosfera è di **1.576,68 Kg di CO₂**. Poichè alle condizioni climatiche della Lombardia un albero fissa in media 7,67 Kg di CO₂ l'anno, si può considerare che l'**equivalente di 206 nuovi alberi** vengano messi a dimora virtuale per la riduzione delle emissioni.
5. La riduzione annua di emissioni in atmosfera, in conseguenza del risparmio energetico ottenuto è di **1.576,68 Kg di CO₂**. [vedi nota su ME3a], che può essere considerata l'**equivalente di 206 nuovi alberi** [vedi nota su ME3a] messi a dimora virtuale per la riduzione delle emissioni.

STRADE LOCALI URBANE CE4**Via Marche**

Lunghezza tratto	m	168
Larghezza della carreggiata	m	7

Requisiti Normativi – UNI 11248-EN 13201-1

E illuminamento	lux	≥ 10
U _o	E _{min} /E _m	$\geq 0,4$
E _v	%	≥ 5
Categoria illuminotecnica per zone adiacenti	cd/mq.	S2

Dati riferiti al sistema di illuminazione attuale

tipologia del supporto		palo
tipologia della lampada		Vapori di mercurio
potenza nominale lampada	W	125
installazione		unilaterale
Altezza dal piano stradale	m	8
interdistanza media dei pali	m	70
n. apparecchi stradali utilizzati		2
Assorbimento elettrico nominale	W	250

Valori attuali

Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	conformità
E (lux)	E (lux)	U _o	
10	2,08	0,4	no

- a. Livelli di illuminamento troppo bassi. Sorgenti ed apparecchi non rispondenti alle norme contro l'inquinamento luminoso. Necessario diminuire l'interdistanza dei pali e quindi aumentare il numero di punti luce.

Dati riferiti al sistema di illuminazione progettato

tipologia del supporto		palo
tipologia dell'apparecchio		cut-off
tipologia della lampada		Sodio alta pressione
potenza nominale lampada	W	70
flusso luminoso	lm	6600
resa cromatica		65
installazione		unilaterale
altezza dal piano stradale	m	8
interdistanza media dei pali	m	30
dimensione dello sbraccio	m	0,5
n. apparecchi stradali utilizzati		5
Assorbimento elettrico nominale	W	350

Risultati di calcolo

E	lux	10
U _o	E _{min} /E _m	0,4
E _v Illuminamento min verticale	lux	5

Valori di progetto

Illuminamento valore minimo a norma	Illuminamento valore medio rilevato	Uniformità valore minimo a norma	Uniformità valore calcolato	conformità
E (lux)	E (lux)	U _o	U _o	
10	12	0,4	0,4	si

Applicando i criteri di ammissibilità del Bando 2008 della Regione Lombardia per l'ammissibilità di una richiesta di finanziamento scaturisce che:

1. per una un'interdistanza tra due successivi punti luce di 30 [metri] e una distanza tra sorgente e superficie stradale pari a 8 metri, il rapporto calcolato tra interdistanza e altezza è pari a **3,75** (rispetta il criterio di non essere inferiore al valore minimo di 3,7 previsto al punto A1 del Bando);
2. la potenza complessiva impiegata in tutto il tratto è pari a 350 [Watt] produce un rapporto tra potenza e numero di punti luce pari a 70 e rapporto tra [lumen] e [watt] della sorgente impiegata pari a **94** (rispetta il criterio di essere maggiore del valore minimo 88, previsto al punto A3 del bando).
3. La potenza complessiva impiegata in tutto il tratto dà luogo ad un consumo annuo di 1.646,40 [Kwh], che posto in relazione al consumo annuo della configurazione minima ammissibile di 4.004,76 [Kwh], dà origine ad un risparmio energetico di **2.358,36 [kWh/anno]**, o di equivalenti 14,04 [kWh/metro] considerando la lunghezza della tratta considerata.
4. La riduzione annua di emissioni in atmosfera, in conseguenza del risparmio energetico ottenuto è di **1.344,26 Kg di CO₂**. [vedi nota su ME3a], che può essere considerata **l'equivalente di 175 nuovi alberi** [vedi nota su ME3a] messi a dimora virtuale per la riduzione delle emissioni.

GLOSSARIO DEI TERMINI TECNICI

Di seguito sono illustrate le voci più ricorrenti nel **PRIC**, al fine di proporre un primo ed elementare approccio alla conoscenza della disciplina illuminotecnica.

Abbagliamento.

Condizione ambientale nella quale si verifica un disagio della capacità visiva, provocato da un'inadatta distribuzione di *luminanza* o da un contrasto eccessivo tra differenti luminanze; concetto opposto è quello di 'comfort visivo'.

Classe di isolamento.

Definisce il grado di sicurezza elettrica di un apparecchio di illuminazione in relazione al contatto accidentale diretto con le parti normalmente in tensione: la Classe I comprende gli apparecchi muniti, oltre che di isolamento funzionale, anche di morsetto di terra; la Classe II, gli apparecchi privi di morsetto di terra ma dotati di doppio isolamento; la Classe III include esclusivamente gli apparecchi alimentati in bassissima tensione.

Durata media di vita (di una lampada).

In relazione ad un congruo e rappresentativo lotto di lampade, si definisce come il numero di ore di funzionamento dopo il quale il 50% delle lampade si spegne. I fattori che maggiormente la influenzano sono la temperatura ambiente, le variazioni della tensione di alimentazione, la frequenza delle accensioni, le sollecitazioni meccaniche.

Lampada ad incandescenza tradizionale e ad alogeni: 1.000 ÷ 3.000 ore

Lampada a vapori di sodio alta pressione: 12.000 ÷ 20.000 ore.

Lampada a vapori di mercurio: 7.500 ÷ 12.000 ore.

Lampada ad alogenuri metallici: 6.000 ÷ 8.000 ore.

Efficienza luminosa.

Riferita ad una sorgente luminosa, è il rapporto tra *flusso* emesso e potenza elettrica assorbita (lumen/Watt).

Lampada ad incandescenza tradizionale e ad alogeni: 10 ÷ 20 lm/W.

Lampada a vapori di sodio alta pressione: 70 ÷ 120 lm/W.

Lampada a vapori di mercurio: 40 ÷ 60 lm/W.

Lampada ad alogenuri metallici: 60 ÷ 95 lm/W.

Energy Saving.

È l'insieme delle strategie individuate per promuovere un uso più razionale dell'energia. Un contenimento del consumo che, aggiornando la qualità del servizio, consente un più efficace uso delle risorse: risparmiare, illuminando meglio, può permettere agli amministratori pubblici di liberare risorse finanziarie. Tra le diverse possibilità di intervento sugli impianti di illuminazione pubblica si possono ricordare la sostituzione di sorgenti a bassa efficienza luminosa, l'installazione di stabilizzatori di tensione, di regolatori di flusso, di orologi astronomici, la predisposizione di apparati di telediagnostica, la razionalizzazione dei quadri di comando, ecc.

Flusso luminoso.

È l'energia irradiata dalla sorgente luminosa, riferita alla sensibilità spettrale dell'occhio umano. È misurato in lumen (lm).

Grado di protezione IP (International Protection).

È riferito alla classificazione degli apparecchi di illuminazione basata sulla capacità di protezione rispetto ai contatti accidentali e alla penetrazione di polvere e umidità: delle due cifre caratteristiche, la prima indica la protezione rispetto a corpi

estranei – da 0 a 6 (totale protezione contro la polvere); la seconda il grado di ermeticità rispetto alla penetrazione dell'acqua – da 0 a 8 (possibilità di sommersione).

Illuminamento (E).

È il rapporto tra il flusso luminoso ricevuto da una superficie e l'area di tale superficie. È misurato in lux (lx).

Inquinamento luminoso.

È il complesso dei fenomeni artificiali che comportano la dispersione del flusso luminoso verso la volta celeste, limitandone la visibilità notturna. I danni causati dall'IL sono di natura ambientale (alterazione dell'attività fotosintetica nelle piante, dei ritmi circadiani negli animali); culturale (difficoltà nella osservazione astronomica) ed economica (spreco energetico).

Intensità luminosa (I).

Per una sorgente luminosa e in una direzione convenuta, è il rapporto tra il flusso emesso in un elemento di angolo solido contenente la data direzione e l'elemento stesso di angolo solido. È misurata in candele (cd).

Lampada ad incandescenza.

Lampada nella quale un filamento di tungsteno, avvolto in spirale multipla e contenuto in un'ampolla di vetro, viene portato all'incandescenza mediante passaggio di corrente elettrica, emettendo così radiazioni visibili.

Lampada ad alogeni.

Lampada ad incandescenza nella quale l'ampolla contiene, oltre al gas di riempimento, dei gas alogeni (iodio, bromo), che hanno la funzione di combinarsi con il tungsteno vaporizzato nelle zone più fredde della lampada. In questo modo si ottengono lampade di maggior durata perché il filamento tende a ricostruirsi, ed una maggiore efficienza perché il filamento può raggiungere una temperatura di funzionamento più elevata.

Lampada a scarica.

Lampada nella quale la luce è prodotta da una scarica elettrica attraverso un gas, un vapore di metallo o una amalgama di diversi gas: a differenza della lampada ad incandescenza, tale lampada necessita di apparecchiature elettriche ausiliarie per il suo funzionamento (l'alimentatore, il condensatore di rifasamento, in alcuni casi l'accenditore o 'starter').

Lampada a vapori di alogenuri metallici.

Lampada a scarica a vapori di mercurio ad alta pressione, nella quali il tubo di scarica, in quarzo o allumina, contiene, oltre al mercurio e all'argon, sostanze aggiunte quali sodio, tallio, indio, in forma di alogenuri e terre rare.

Lampada a vapori di mercurio ad alta pressione a bulbo fluorescente.

Lampada a scarica nella quale il tubo di scarica in quarzo, contenente mercurio, è racchiuso in un bulbo ellissoidale rivestito internamente da polveri fluorescenti.

Lampada a vapori di sodio ad alta pressione.

Lampada a scarica nella quale il tubo di scarica, in quarzo o allumina, contiene, oltre al gas di innesco (xenon o argon), una amalgama di sodio e mercurio.

Lampada fluorescente.

Lampada a scarica a vapori di mercurio a bassa pressione nella quale la maggior parte della luce è emessa da uno strato di materiale fluorescente che riveste internamente il tubo di scarica, eccitato con la radiazione ultra-violetta della scarica stessa.

Luminanza (L).

In una direzione data, è il rapporto tra l'*intensità luminosa* emessa, riflessa o trasmessa da una superficie in quella direzione e l'area apparente della superficie stessa. È misurata in cd/m^2 .

Rendimento ottico.

Riferito ad un sistema di illuminazione composto da apparecchio e lampada, è il rapporto tra il *flusso luminoso* emesso da tale sistema e il *flusso luminoso* generato dalla sola lampada

Resa cromatica.

È la capacità di una sorgente luminosa artificiale di riprodurre i colori diurni.

L'indice di resa cromatica è un valore numerico che raffronta la resa cromatica di una lampada con quella della luce diurna o ad incandescenza ($R_a = 100$).

Lampada ad incandescenza tradizionale e ad alogeni: $R_a = 100$.

Lampada a vapori di sodio alta pressione: $R_a = 20 \div 65$.

Lampada a vapori di mercurio: $R_a = 50 \div 60$.

Lampada ad alogenuri metallici: $R_a = 65 \div 95$.

Temperatura di colore correlata.

Riferita ad una sorgente luminosa, esprime la tonalità della sua luce: è la temperatura alla quale un corpo nero (radiatore perfetto) deve essere portato affinché emetta una luce simile a quella della sorgente in esame. Maggiore è la temperatura di colore di una sorgente, più 'fredda' sarà la sua luce. Si misura in gradi Kelvin (K).

Lampada ad incandescenza tradizionale e ad alogeni: 2700÷3000 K.

Lampada a vapori di sodio alta pressione: 1950÷2500 K.

Lampada a vapori di mercurio: 3000÷4200 K.

Lampada ad alogenuri metallici: 3000÷6000 K.

Uniformità di illuminamento (o di luminanza).

Riferita ad una superficie illuminata, l'uniformità complessiva (U_o) è il rapporto tra valore minimo e valore medio di illuminamento (o di luminanza); l'uniformità longitudinale (U) è il rapporto tra minimo e massimo illuminamento (o luminanza) lungo una linea parallela all'asse principale rispetto alla posizione dell'osservatore.