



*il giusto equilibrio tra il giorno e la notte*

**ing. Diego Bonata**

Via Meucci, 17 – 24053 Brignano Gera d'Adda (Bg)

Tel./Fax. 0363-814385 – cell.339-3073273

<http://diegobonata.eu>

[bonata@tiscali.it](mailto:bonata@tiscali.it) – [diego.bonata@ingpec.eu](mailto:diego.bonata@ingpec.eu)

# 2013



**Comune di Brusaporto**  
Provincia di Bergamo

## PIANO DELL'ILLUMINAZIONE



- 1- STATO DI FATTO**
- 2- CONTROLLO E VERIFICA
- 3- PROGETTAZIONE INTEGRATA
- 4- PRIORITA' / PIANIFICAZIONE
- 5- ENERGY SAVING

Luglio 2013

# PARTE 1

## RILIEVO E STATO DI FATTO

### ORIENTAMENTO

AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E UFFICI TECNICI  
Quadro generale sugli impianti d'illuminazione

### OBIETTIVI

- 1- Introduzione al piano della luce
- 2- Fattori che caratterizzano ed influenzano l'illuminazione del territorio
- 3- Ricerca storica sull'illuminazione comunale e le tipologie illuminotecniche impiegate
- 4- Suddivisione del territorio in aree con caratteristiche illuminotecniche omogenee
- 5- Identificazione delle condizioni degli impianti d'illuminazione dal punto di vista:
  - delle apparecchiature impiegate;
  - illuminotecnico,
  - elettriche;
  - valutazione delle conformità di legge regionale degli impianti d'illuminazione esistenti.

### INDICE

<b>QUADRO DI SINTESI</b> .....	- 4 -
<b>1 – PREMESSA</b> .....	- 8 -
<b>1.1 INTRODUZIONE AL PIANO INTRODUZIONE</b> .....	- 8 -
<b>a. Requisiti di Legge</b> .....	- 8 -
b. Che cosa si intende per Piano Regolatore di Illuminazione Comunale .....	- 9 -
c. Esigenze e motivazioni .....	- 10 -
d. Beneficiari dei piani d'illuminazione .....	- 11 -
e. Vantaggi economici .....	- 11 -
<b>2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	- 12 -
<b>2.1- PARAMETRI DI INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE</b> .....	- 12 -
<b>2.2- VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO</b> .....	- 19 -
<b>2.3- AREE OMOGENEE</b> .....	- 24 -
<b>3 – CENSIMENTO IMPIANTI</b> .....	- 29 -
<b>3.1- ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO</b> .....	- 29 -
1. Parametri caratteristiche dell'illuminazione comunale .....	- 29 -
2. Tipologie di applicazioni .....	- 32 -
3. Tipologia degli apparecchi illuminati .....	- 33 -

<i>a. Stradale</i> .....	- 35 -
<i>b. Arredo Urbano</i> .....	- 38 -
<i>c. Proiettori</i> .....	- 41 -
4. Condizioni dei corpi illuminanti .....	- 43 -
5. Tipologia di sorgenti luminose .....	- 44 -
6. Tipo di sostegni e condizioni .....	- 46 -
7. Linee elettriche e loro caratteristiche .....	- 48 -
<b>3.2- CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI ALLA L.R. 17/00 E S.M.I.</b> .....	- 49 -
1. Verifica emissione della luce verso l'alto e tipo di sorgenti luminose.....	- 49 -
<i>a. Stradale</i> .....	- 50 -
<i>b. Arredo Urbano</i> .....	- 52 -
<i>c. Proiettori</i> .....	- 53 -
2. Controllo del flusso luminoso indiretto .....	- 54 -
3. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso .....	- 54 -
<b>3.3 – RILIEVI ILLUMINOTECNICI</b> .....	- 55 -
<b>3.4 – QUADRI ELETTRICI</b> .....	- 59 -

## QUADRO DI SINTESI

INQUADRAMENTO TERRITORIALE	
<b>1- Inquadramento dei fattori che caratterizzano il territorio dal punto di vista della luce</b>	
<b>INDICAZIONI PER: L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE, L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI</b>	
<b>PARAMETRI D'INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Le vie di percorrenza principali del territorio comunale di Brusaporto<ul style="list-style-type: none"><li>Le strade statali:<ul style="list-style-type: none"><li>SS42, ma non direttamente accessibile (attraversa il territorio senza sbocchi diretti)</li></ul></li><li>Le strade provinciali:<ul style="list-style-type: none"><li>SP91 bis,</li><li>SP67 che attraversa il centro storico comunale.</li></ul></li></ul></li></ul> <p>Il traffico è piuttosto ridotto se non su queste direttrici principali, le restanti vie mostrano un traffico molto ridotto.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Il clima è quello tipico della pianura padana, temperato sub continentale, con inverni umidi ed abbastanza freddi, ed estati calde e parimenti umide. Gli elementi che caratterizzano maggiormente quindi il territorio ed influenzano la sua illuminazione sono quindi la completa assenza di rilievi (l'altezza sul livello del mare va da 223 e i 371m), la presenza di numerose e aree ancora non urbanizzata e i fenomeni nebbiosi durante la stagione invernale.</li><li>Il comune di Brusaporto ha fatto registrare nel censimento del 1991 una popolazione pari a 3.155 abitanti. Nel censimento del 2001 ha fatto registrare una popolazione pari a 4.163 abitanti, mostrando quindi nel decennio 1991 - 2001 una variazione percentuale di abitanti pari al 31,95%. L'indice di Vecchiaia è pari al 57% e corrisponde al rapporto tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e quella più giovane (0-14 anni). L'indice di vecchiaia è effettivamente molto basso in questo caso e se commisurato a quello della maggior parte dei comuni, ma comunque è sempre importante anche per una popolazione giovane un'illuminazione più gradevole, con ridotti sbalzi di intensità luminosa e con limitati abbagliamenti.</li></ul>	
<b>INQUINAMENTO LUMINOSO</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Il territorio di Brusaporto si trova immerso nella pianura e presenta un cielo da 6 a 9 volte più luminoso di quello naturale, con una magnitudine visuale stellare visibile non superiore a 4,8.</li><li>Per effetto della relativa vicinanza a forti vie di traffico a Bergamo e Milano e del loro hinterland il cielo di Brusaporto è fortemente inquinato. E' quindi allo stesso tempo importante contenere l'inquinamento luminoso locale, sia per salvaguardare le aree ancora del a basso inquinamento luminoso, sia per non aggravare la situazione locale. Le colline a nord est limitano almeno marginalmente il problema.</li></ul>	
<b>2- Suddivisione del territorio in aree con caratteristiche illuminotecniche omogenee</b>	
<b>INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI</b>	
<b>AREE OMOGENEE:</b> Le aree omogenee illuminotecniche del territorio sono identificate nel par. 2.5 in funzione delle risultanze del PGT. Le linee guida progettuali per tali aree sono definite nel successivo capitolo 7.3	
ILLUMINAZIONE DEL TERRITORIO: CENSIMENTO E STATO DI FATTO	
<b>1- Considerazioni Generali</b>	
<b>INDICAZIONI PER: L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE, L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI</b>	
<b>CONSISTENZA IMPIANTI:</b>	
Numero complessivo dei punti luce d'illuminazione pubblica	<b>1291</b>
La proprietà degli impianti è così distribuita:	
<ul style="list-style-type: none"><li>comunali</li></ul>	<b>1291</b>

• comunali in gestione Enel sole	0
• Enel - Sole	0
<b>PARAMETRI DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA COMUNALE:</b>	
<b>Parametro 1. Numero di punti luce ogni 1000 abitanti</b>	<b>241</b>
Considerazioni: Il numero di punti luce è decisamente elevato rispetto alla media della regione Lombardia (153) che da sola consuma oltre il 14% dell'energia per l'illuminazione pubblica in Italia e oltretutto il doppio della media nazionale (120).	
<b>Parametro 2. Numero di punti luce per km2</b>	<b>258</b>
Considerazioni: Il numero di punti luce è decisamente superiore a quello della media del territorio Bergamasco (31), ed al valore medio del territorio lombardo (59). E' evidente come anche da questo punto di vista ci troviamo in una situazione di sovradimensionamento degli impianti in termini di punti luce.	
<b>Parametro 3. Potenza installata media (W)</b>	<b>92</b>
Considerazioni: Seppure il confronto non sia stato effettuato con elementi statistici di rilievo, è comunque evidente come la potenza media installata sul territorio comunale sia ben proporzionata e inferiore alla media nazionale (135-140W). Questo non implica che si possa far di meglio sfruttando criteri di efficienza per l'ancora esigua quantità di punti luce da sostituire e mettere a norma e rivedendo ove necessario le potenze installate in alcuni impianti d'illuminazione leggermente sovra illuminati.	
<b>Parametro 4. kWh installati per abitante</b>	<b>85,5</b>
Considerazioni: E' evidente che esattamente come per la potenza media questo è il più importante parametro su cui lavorare per riqualificare l'illuminazione comunale. Si vede infatti che sia a livello nazionale che comunale i kWh installati per abitante siano di gran lunga superiori a quelli installati nella vicina Germania (48).	
<b>2- Stato generale dei corpi illuminanti e delle sorgenti luminose</b>	
<b>INDICAZIONI PER: L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE, L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI</b>	
<b>ILLUMINAZIONE PUBBLICA E PRINCIPALI APPLICAZIONI E TIPOLOGIE:</b>	
1. L'illuminazione stradale è comprensiva dell'illuminazione di incroci, rotonde e parcheggi, e costituisce percentualmente l'applicazione più rilevante. Essa vale percentualmente il:	<b>79,0</b>
2. L'illuminazione di tipo aggregativa è quella essenzialmente che insiste su parchi, piste ciclabili o pedonali, piazze e piazzali. Per avere un equilibrio minimo fra illuminazione funzionale (strade, parcheggi, incroci e rotonde) ed aggregativa questa percentuale dovrebbe essere preferibilmente superiore a 12-15%. Tale illuminazione vale percentualmente il:	<b>18,5</b>
<b>E le principali tipologie che insistono sul territorio sono le seguenti:</b>	
1. Gli apparecchi di tipo stradale sono complessivamente quelli più diffusi in quanto valgono percentualmente:	<b>84,4</b>
2. Gli apparecchi d'Arredo in tutte le loro forme, quelli che accrescono la ricerca di qualità estetica diurna e notturna dell'illuminazione sul territorio, anche se questo in passato non sempre è equivalso ad efficacia ed efficienza nell'illuminazione. Percentuale valgono il:	<b>13,8</b>
3. La diffusione dei apparecchi di tipo Proiettore deve essere tenuta sempre sotto controllo vista la loro limitata gestione del flusso luminoso e l'impiego generalmente con potenze piuttosto elevate. Percentualmente sono il:	<b>1,9</b>
<b>Lo stato dei corpi illuminanti è percentualmente il seguente:</b>	
- Sono in buone condizioni (generalmente efficienti e a elevato rendimento)	<b>65,1</b>

- Sono in accettabili condizioni (anche se per esempio a vetro curvo abbaglianti)	0,0
- Sono inefficienti (con rendimento a terra inferiore al 35% anche se obsoleti)	10,4
- Sono obsoleti (giunti oltre i 20 anni di età o progettati oltre 25 anni fa)	24,5
<b>Tipologia delle principali sorgenti luminose in percentuale:</b>	
- al Sodio alta pressione (SAP,SON, HST, ST, SHP, NAV, etc..)	97,2
- ai Vapori di Mercurio (HG,HSL, HQL, HQI, HPL, etc..)	0,0
- ad Alogenuri metallici standard (JM, HCl, HSI, MH, etc..)	0,0
- altri	2,8
<b>Parametri di efficienza:</b>	
<b>La potenza media installata</b> (escluso i campi sportivi) è pari a [W]:	<b>92,3</b>
La potenza media nella proposta di riassetto diventa [W]:	79,0
<b>L'efficienza media delle sorgenti luminose è pari a [lm/W]:</b>	<b>98,6</b>
L'efficienza media nella proposta di riassetto diventa [lm/W]:	97,4

### 3- Stato generale delle linee elettriche e dei quadri di alimentazione

**INDICAZIONI PER: L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE, L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI**

#### Stato dei sostegni:

1. Sostegni in acciaio zincato	542
- da ricondizionare o sostituire	52
2. Sostegni in acciaio verniciato	698
- da ricondizionare o sostituire	13
3. Sostegni in cemento	0
- da sostituire	0

**Complessivamente i sostegni da sostituire o ricondizionare sono:** 65

#### Distribuzione percentuale delle linee elettriche:

- Interrate	97,8
- Aeree o a parete	2,2

#### Dati principali delle promiscuità meccaniche ed elettriche rilevate:

- Promiscuità meccaniche (sostegni Enel condivisi)	0
- Promiscuità elettriche (linee elettriche condivise)	0
- Presenza di fotocellule sui sostegni o sui punti luce	0

### 4- Conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i.

**INDICAZIONI PER: L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE, L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI**

<b>Conformità dei corpi illuminanti stradali</b>	<b>1089</b>
Punti luce conformi alla L.r.17/00 e s.m.i.	750
Punti luce da adeguare (per esempio variare inclinazione, o sostituire vetro di chiusura)	61
Punti luce da sostituire	278
<b>Conformità dei corpi illuminanti d'arredo urbano</b>	<b>178</b>

Punti luce conformi alla L.r.17/00 e s.m.i.	36
Punti luce da adeguare (per esempio variare inclinazione, o sostituire vetro di chiusura)	0
Punti luce da sostituire	142
<b>Conformità dei proiettori</b>	<b>24</b>
n. totale di corpi illuminanti conformi alla L.r.17/00 e s.m.i.:	8
n. totale di corpi illuminanti inclinati ma adeguabili (disponendoli orizzontali):	0
n. totale di corpi illuminanti inclinati non adeguabili:	16

## 5- Rilievi illuminotecnici

### INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO

**IMPIANTI OBSOLETI:** Esistono ancora impianti dotati di apparecchi illuminanti obsoleti sia di tipo stradale che d'arredo fortunatamente dotati di sorgenti comune al sodio alta pressione che però creano spesso disuniformità e abbagliamenti molesti.

**Soluzioni.** Il passaggio a sorgenti luminose al sodio alta pressione in ambito stradale in apparecchi schermati, o in ambiti d'arredo urbano pedonale con le nuove sorgenti agli ioduri metallici a bruciatore ceramico o a LED con temperatura di colore inferiore a 3500K, riducendo le potenze, potrà permettere di colmare le comunque limitate mancanze dell'attuale illuminazione con un discreto risparmio energetico. Utilizzare nello specifico apparecchi efficienti anche d'arredo, a vetro piano orizzontale e dotati di ottica a vetro piano, piuttosto che apparecchi tipo a sfera o "fungo" che hanno un bassissimo rendimento (anche se di nuova generazione). Si veda il capitolo la Parte II e IV del PRIC per le scelte più adeguate.

**IMPIANTI NUOVI:** Una percentuale (comunque ridotta) degli impianti di recente realizzazione mostrano situazioni di leggera sovra illuminazione.

#### Soluzioni:

- i nuovi impianti se sovradimensionati, ove possibile possono essere ridimensionati in termini di potenze (per conformità alla legge regionale).
- Una particolare attenzione deve essere posta sulle possibili future lottizzazioni o realizzazione private in quanto per nostra esperienza queste ultime tendono a sfuggire maggiormente ai controlli volti a una illuminazione coerente con le leggi in vigore, con i criteri di illuminazione eco-compatibile, efficace ed efficiente.

#### RACCOMANDAZIONI:

Controllo rigoroso di tutti i nuovi progetti d'illuminazione pubblica, sia per quelli di adeguamento del parco luci vecchio, sia per le future lottizzazioni, elementi questi ultimi che più si prestano a un incremento dei consumi energetici.

Il controllo e la verifica devono essere seguiti dal tecnico comunale con gli schemi di supporto del capitolo 1 - PARTE 2 del piano.

#### PRIORITÀ:

È importante per il Comune, nelle future installazioni, procedere a una progettazione ai livelli di illuminazione previsti nella classificazione del capitolo 1 – PARTE 3 del PRIC, per controllare gli sprechi evitare gli accenti nell'illuminazione pubblica di difficile gestione e di elevati costi energetici e manutentivi.

**CENSIMENTO:** In generale tutti i dati relativi nel censimento dei corpi illuminanti sono raccolti nell'allegato 1 - Censimento disponibile solo nella versione multimediale del Piano.



## 1 – PREMESSA

### 1.1 INTRODUZIONE AL PIANO INTRODUZIONE

#### a. Requisiti di Legge

L'introduzione di leggi regionali che regolamentano l'illuminazione esterna pubblica e privata spinge i Comuni a dotarsi di piani di illuminazione che definiscano dei criteri omogenei di illuminazione del territorio.

In particolar modo la legge regionale lombarda n. 17 del 27.03.2000 "MISURE URGENTI IN TEMA DI RISPARMIO ENERGETICO AD USO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA E DI LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO" (suppl. n.13 al BURL del 30/03/00) - Appendice 1 - all'art. 4, comma 1, punto a, specifica: *i comuni si dotano, entro tre anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, di piani dell'illuminazione che disciplinano le nuove installazioni in accordo con la presente legge, fermo restando il dettato di cui alla lettera d) ed all'articolo 6, comma 1.*

La situazione che si presenta all'entrata in vigore della suddetta legge è piuttosto articolata e confusa, in quanto non esistendo una vera e propria normativa nazionale in materia di illuminazione gli interventi condotti sul territorio sono stati realizzati senza alcun intento programmatico, con l'unico scopo di sopperire alle contingenti esigenze che di volta in volta si manifestano sul territorio.

Dalla sua entrata in vigore sino al momento della stesura del presente Piano regolatore di Illuminazione Comunale, la L.R. 17/00 è stata completata e ampliata da ulteriori disposizioni di legge di seguito riassunte:

- Delibera della Giunta Regionale n. 7/2611 del 11/12/2000 "Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto".
- Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001 "Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01".
- Legge Regionale 21 Dicembre 2004 n. 38 "Modifiche ed integrazioni alla L.R. 27 marzo 2000, n. 17 in materia di Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso, ed ulteriori disposizioni".

Quest'ultima legge, all'art. 10, commi 2 e 3 definisce più dettagliatamente e puntualmente i contenuti del piano dell'illuminazione:

*2. Il piano, comprensivo di relazione generale introduttiva, elaborati grafico-planimetrici, norme di attuazione e stima economica degli interventi da porre in essere, è uniformato ai principi legislativi della Regione, al Codice della strada, alle normative tecniche di settore, al contesto urbano ed extraurbano e alla eventuale presenza di ulteriori vincoli.*

### 3. Obiettivi del piano sono:

- a) la limitazione dell'inquinamento luminoso e ottico;
- b) l'economia di gestione degli impianti attraverso la razionalizzazione dei costi di esercizio, anche con il ricorso a energia autoctona da fonti rinnovabili e di manutenzione;
- c) il risparmio energetico mediante l'impiego di apparecchi e lampade ad alta efficienza, tali da favorire minori potenze installate per chilometro ed elevati interassi tra i singoli punti luce, e di dispositivi di controllo e regolazione del flusso luminoso;
- d) la sicurezza delle persone e dei veicoli mediante una corretta e razionale illuminazione e la prevenzione dei fenomeni di abbagliamento visivo;
- e) una migliore fruizione dei centri urbani e dei luoghi esterni di aggregazione, dei beni ambientali, monumentali e architettonici;
- f) la realizzazione di linee di alimentazione dedicate.

- Il D.d.g. della Direzione Generale Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità n. 8950 del 3 Agosto 2007, pubblicato sul BURL n. 33 del 13 Agosto 2007, serie ordinaria "Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17: Linee guida per la realizzazione dei piani comunali dell'illuminazione" identifica passo passo i contenuti di un piano della luce. Nel dettaglio chi sono i soggetti che coinvolge e quali sono le specifiche che deve rispettare in ossequio alla L.R. 17/00 successive modificazioni e integrazioni. Tale ultimo disposto legislativo, unico nel suo genere in Italia, si pone come il principale strumento per regolamentare i contenuti dei piani di illuminazione e come riferimento a livello nazionale per darne attuazione e utilità pratica.

### **b. Che cosa si intende per Piano Regolatore di Illuminazione Comunale**

La realizzazione di un piano di illuminazione ha la funzione di fotografare la situazione territoriale e in seguito di organizzare e ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della succitata legge. Si pone quindi come strumento principe per renderla più efficace e realmente operativa.

Gli ambiti operativi dei Piani Regolatori di Illuminazione comunale (P.R.I.C.) sono i seguenti:

- dal punto di vista tecnico pianificano l'illuminazione del territorio, gli interventi di aggiornamento degli impianti e la loro manutenzione;
- dal punto di vista economico permettono di programmare ex ante gli interventi e di gestire razionalmente i costi, con un considerevole risparmio energetico.

Tale Piano, è realizzato secondo le specifiche e nel pieno rispetto della legge regionale lombarda n. 17 del 27.03.2000 e delle eventuali normative vigenti regionali o nazionali (Nuovo codice della Strada D.Lgs. 30 Aprile 1992 n. 285, norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale leggi n. 9/10 gennaio 1991, norme tecniche europee e nazionali tipo CEI , DIN e UNI).

Le disposizioni elaborate hanno applicazione su tutto il territorio comunale per gli impianti di futura realizzazione e per quelli già esistenti qualora sia obbligatorio per legge l'adeguamento.

### **c. Esigenze e motivazioni**

- a) Ridurre, sul territorio, l'inquinamento luminoso e i consumi energetici da esso derivanti.
- b) Aumentare la sicurezza stradale, evitando abbagliamenti e distrazioni che possano ingenerare pericoli per il traffico ed i pedoni (nel rispetto del Codice della Strada).
- c) Ridurre la criminalità e gli atti di vandalismo che, da ricerche condotte negli Stati Uniti, tendono ad aumentare nei luoghi dove si illumina in modo disomogeneo creando zone di penombra nelle immediate vicinanze di aree sovra illuminate, o in situazioni di abbagliamento.
- d) Favorire le attività serali e ricreative per migliorare la qualità della vita.
- e) Accrescere lo sfruttamento razionale degli spazi urbani disponibili.
- f) Migliorare l'illuminazione delle opere architettoniche enfatizzando gli aspetti anche di natura estetica, con l'opportuna scelta cromatica delle intensità e del tipo di illuminazione, evitando inutili e dannose dispersioni della luce nelle aree circostanti e verso il cielo.
- g) Integrare gli impianti di illuminazione con l'ambiente, sia durante le ore diurne sia durante le ore notturne.
- h) Realizzare impianti ad alta efficienza, mediante l'utilizzo di corpi illuminanti *full cut-off*, di lampade ad alto rendimento e mediante il controllo del flusso luminoso, favorendo così il risparmio energetico.
- i) Ottimizzare gli oneri di gestione e gli interventi di manutenzione.
- j) Tutelare, nelle aree di protezione degli osservatori astronomici, l'attività di ricerca scientifica e divulgativa.
- k) Conservare gli equilibri ecologici sia all'interno sia all'esterno delle aree naturali protette urbane ed extraurbane.
- l) Preservare la possibilità per la popolazione di godere della visione del cielo stellato, patrimonio culturale primario dell'umanità.

#### **d. Beneficiari dei piani d'illuminazione**

- i cittadini;
- le attività ricreative e commerciali;
- i Comuni, gestori di impianti di illuminazione propria;
- gli enti gestori di impianti di illuminazione pubblica e privata;
- i progettisti illuminotecnici;
- i produttori di apparecchiature per l'illuminazione e gli impiantisti;
- gli organi che controllano la sicurezza degli impianti elettrici e di illuminazione;
- il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale;
- le Compagnie di assicurazione, grazie alla riduzione del numero degli infortuni;
- le forze dell'ordine per la riduzione della micro criminalità e degli atti di vandalismo;
- l'ambiente, con la salvaguardia della flora e della fauna locale;
- la ricerca e la divulgazione della cultura scientifica, per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

#### **e. Vantaggi economici**

Poiché la nuova normativa di legge prevede interventi che si protrarranno nel tempo e modificheranno la tipologia delle nuove installazioni e degli impianti di illuminazione, i vantaggi economici che derivano da un piano della luce orientato a trovare le migliori soluzioni tecnologiche sono notevoli. Fra questi è possibile segnalare, in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti, la riduzione della dispersione del flusso luminoso intrusivo in aree in cui tale flusso non era funzionalmente dedicato, il controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando inutili e indesiderati sprechi, l'ottimizzazione degli impianti, la riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni e, infine, l'utilizzo di impianti equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia.

Per accrescere i vantaggi economici, oltre a un'azione condotta sulle apparecchiature per l'illuminazione è necessario prevedere una razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, ecc.) e di un utilizzo di impianti a elevata tecnologia con bassi costi di gestione e manutenzione.

Le valutazioni di tipo economico saranno oggetto di studio in una sezione dedicata del PRIC.

## 2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 2.1- PARAMETRI DI INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE

Il comune di Brusaporto conta 4.163 abitanti e ha una superficie di 5,0 chilometri quadrati per una densità abitativa di 832,60 abitanti per chilometro quadrato. Sorge a 255 metri sopra il livello del mare.

Il comune confina con i seguenti comuni: Albano sant'Alessandro, Bagnatica e Seriate.



Figura 1.1 – Veduta ibrida da satellite dei principali agglomerati urbani di Brusaporto

Il territorio comunale è piuttosto ridotto a vocazione preferenzialmente residenziale con ancora diversi spazi ancora dedicati ad aree agricole e verdi anche per la presenza delle vicine colline.

Seguono i principali parametri che influenzano l'illuminazione.

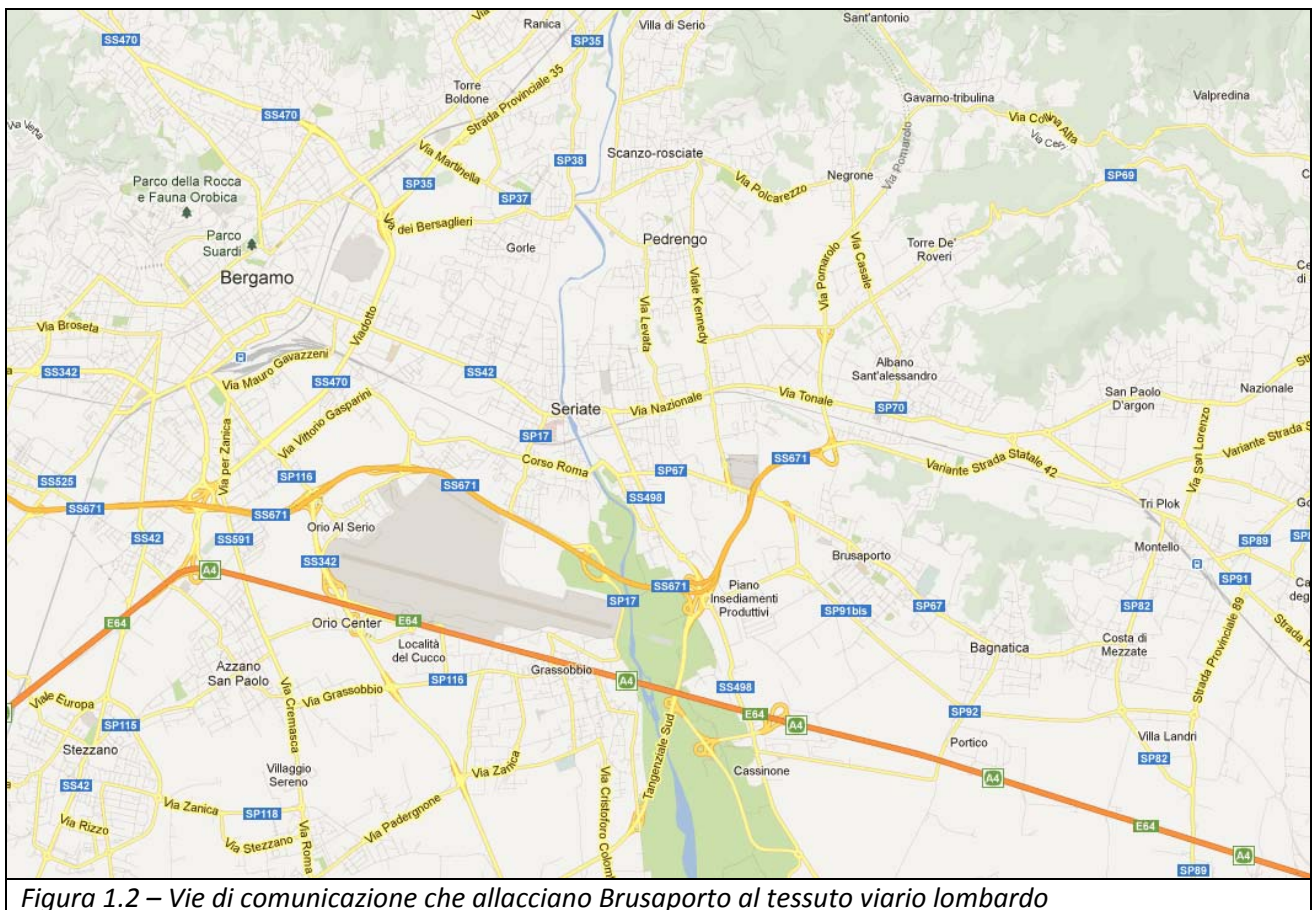


## 1-Vie di Comunicazione: primo fattore di influenza dell'illuminazione

Il territorio di Brusaporto pur essendo molto vicino al capoluogo ed a importanti linee di traffico, gode comunque di una posizione piuttosto dipartita che gli consente di avere un traffico piuttosto limitato e di natura quasi esclusivamente locale.

La relativa distanza dalla autostrada A4 la rende però raggiungibile solo dai confini del territorio da Via Pastrengo in corrispondenza della zona artigianale attraverso il raccordo con la SS498 che porta all'ingresso di Cassinone - Seriate. In realtà tutte le principali vie che permettono un accesso diretto all'autostrada come la SS671 non attraversano il territorio comunale. La stessa SS671 sbuca al confine nord del comune ma anche in questo caso non ne influenza il traffico in modo rilevante non avendo un accesso diretto alle strade del comune medesimo.

Questo comporta generalmente livelli di illuminazione inferiori rispetto a quelli di vicini comuni di Seriate e Albano.



Le vie di percorrenza principali del territorio comunale di Brusaporto sono quindi quelle riportate nella successiva figura 1.3 e possono essere riassunte come di seguito riportato in ordine di importanza:

- Le strade statali:
  - SS42, ma non direttamente accessibile (attraversa il territorio senza sbocchi diretti)
- Le strade provinciali:
  - SP91 bis,
  - SP67 che attraversa il centro storico comunale.

L'illuminazione dovrà quindi essere progettata in funzione delle reali necessità di traffico e fruizione, ed all'esigenza di conservazione e salvaguardia del territorio ancora verde, agricolo, ed a nord collinare e disabitato.

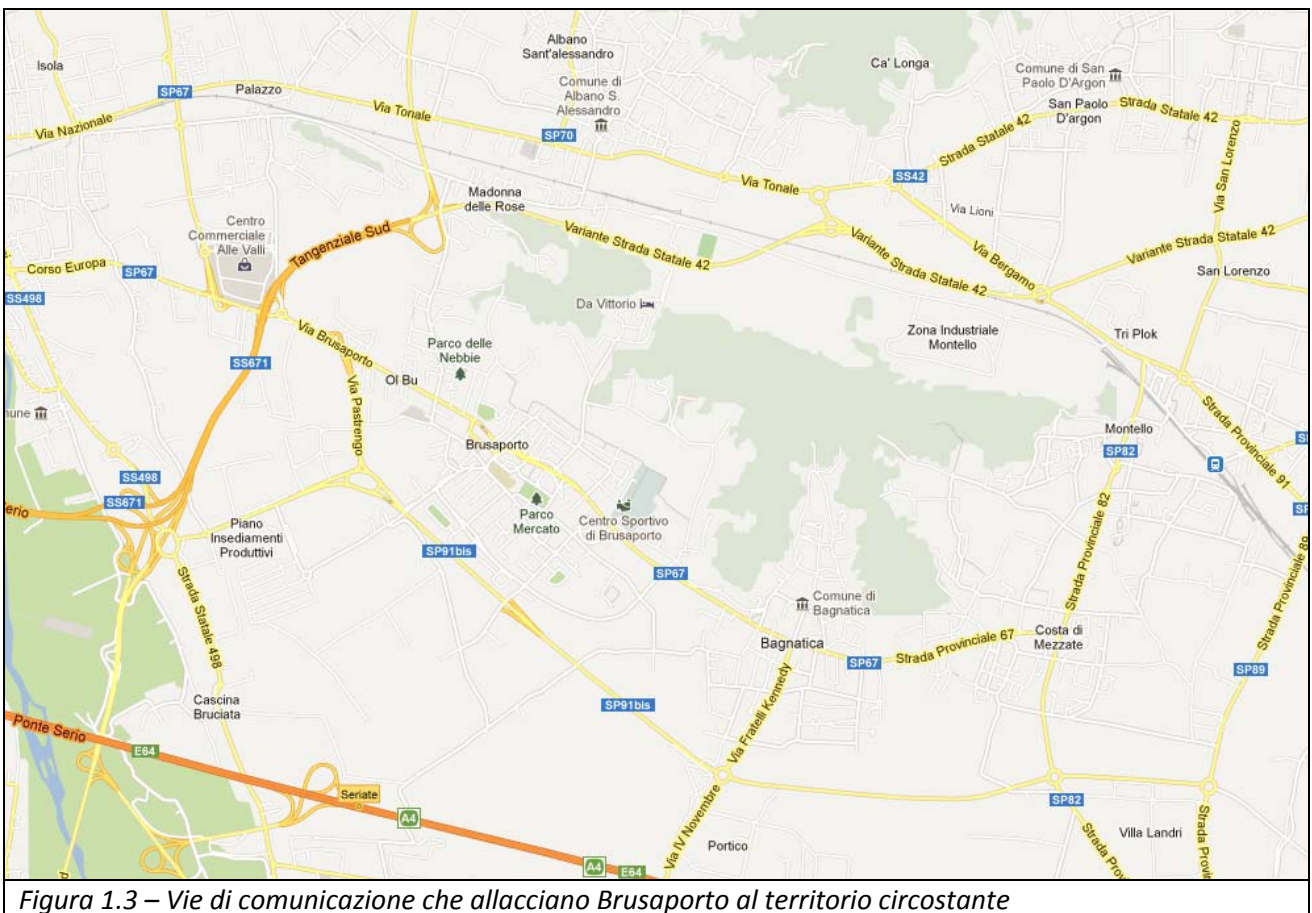


Figura 1.3 – Vie di comunicazione che allacciano Brusaporto al territorio circostante

## 2-Clima e orografia: secondo fattore di influenza dell'illuminazione

Il clima è quello tipico della pianura padana, temperato sub continentale, con inverni umidi ed abbastanza freddi (media di gennaio +2 °C), ed estati calde e parimenti umide (media di luglio +24 °C).

Il territorio del comune risulta compreso tra i 223 e i 371 metri sul livello del mare.

L'escursione altimetrica complessiva risulta essere pari a 148 metri.

Ne deriva che l'orografia del terreno è molto regolare e priva di possibili impedimenti alla visione anche se appunto a nord presenta una zona collinare quasi completamente disabitata.

Uno degli elementi di maggiore interferenza nella visione notturna è la nebbia tipica di questi territori, che può alterare in modo considerevole sia la visione notturna che quella diurna.

A tal proposito essendo questo l'elemento più caratteristico di un territorio che non presenta problemi dal punto di vista della visione notturna, anche in base a quanto riportato nello studio inserito nella PARTE 2 – Capitolo 2.8, lettera g del piano, risulta molto più importante l'impiego di sistemi di segnalazione piuttosto che di sistemi d'illuminazione.

Inoltre si sottolinea che l'illuminazione ha un effetto psicologico molto importante, più illuminazione si introduce nell'ambiente notturno maggiormente si inibiscono le difese dell'autista o del pedone e in particolare per gli autisti questo favorisce un inconscio incremento della velocità degli autoveicoli anche oltre i limiti consentiti dalla legge ed in caso di nebbia questo risulta ancora più deleterio.

Mai come in questa situazione è importante contenere i flussi luminosi soprattutto delle aree extraurbane e delle vie di traffico principali entro i valori prescritti dalle norme per evitare sovra illuminazioni.

Per questo stesso motivo e per l'estensione del territorio, l'illuminazione dello stesso dovrà essere realizzata solo ove necessario, con la giusta scelta in interventi mirati fra sistemi illuminanti o di segnalazione (attiva o passiva) in funzione della criticità.

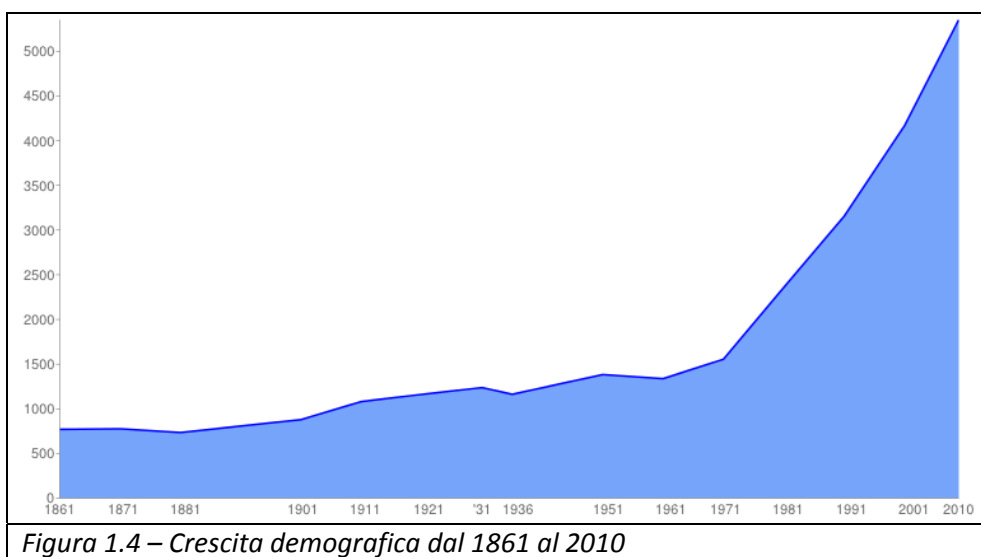
La presenza di neve durante i periodi invernali può costituire sicuramente un ulteriore elemento di criticità, ma durante le fasi notturne, la presenza della neve sulla strada e/o nelle aree circostanti non fa che aumentare la luminanza delle stesse e quindi non può essere considerato un elemento che introduce fattori di rischio nell'illuminazione (mancanza di visibilità, abbagliamenti, etc..) in quanto gioca a favore di una migliore percezione.



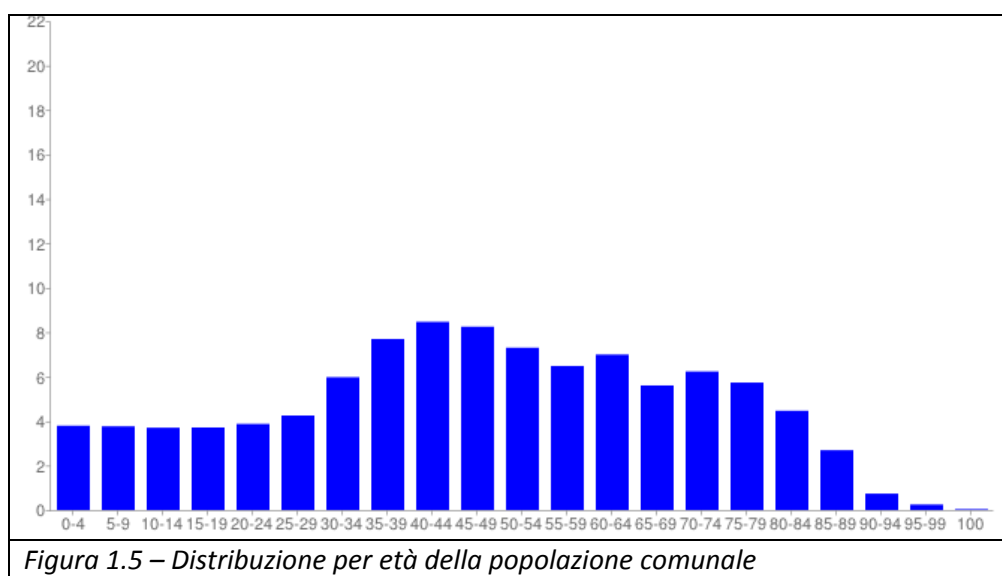
### 3-Cenni demografici: terzo fattore di influenza dell'illuminazione

Il comune di Brusaporto ha fatto registrare nel censimento del 1991 una popolazione pari a 3.155 abitanti. Nel censimento del 2001 ha fatto registrare una popolazione pari a 4.163 abitanti, mostrando quindi nel decennio 1991 - 2001 una variazione percentuale di abitanti pari al 31,95%.

Gli abitanti sono distribuiti in 1.204 nuclei familiari con una media per nucleo familiare di 3,46 componenti. E' evidente la particolare predilezione di tipo residenziale che negli ultimi 30 anni ne hanno caratterizzato una espansione urbanistica notevole anche a causa del costante allontanamento delle città alla ricerca di territorio più tranquilli e vivibili comunque vicini al capoluogo.



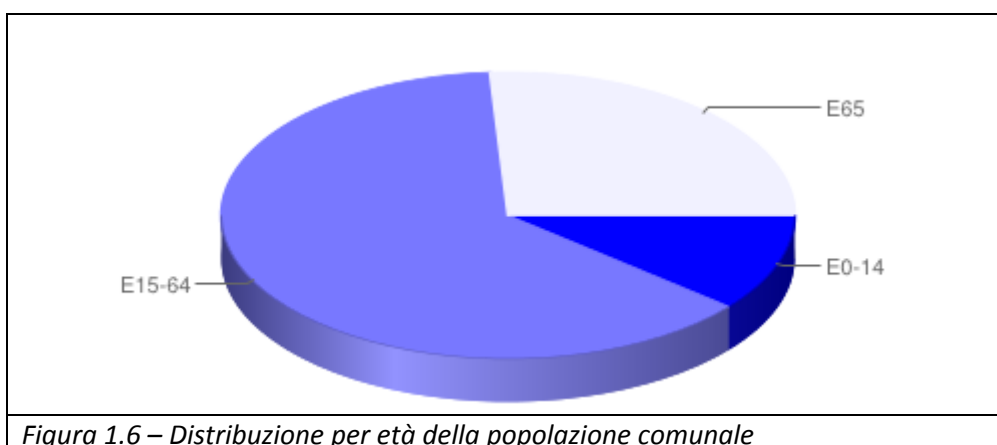
Interessante è invece comprendere come si suddivide la popolazione sul territorio in funzione dell'età anagrafica.



Questo particolare, che sembra di secondaria importanza, è invece determinante nella valutazione dell'illuminazione in quanto le persone anziane manifestano problemi di peggioramento della vista proprio con l'avanzare dell'età, e l'illuminazione rappresenta per questi soggetti un elemento critico. È tuttavia provato che le persone ipovedenti non necessitano di un sostanziale aumento dell'illuminazione notturna, ma risultano invece favorite da una riduzione dei fenomeni di abbagliamento che riducono pesantemente le capacità visive notturne.

L'indice di Vecchiaia è pari al 57% e corrisponde al rapporto tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e quella più giovane (0-14 anni).

Nello specifico si rileva nel grafico di fig. 1.5 e 1.6 che l'19,1% della popolazione ha fra 0 e 14 anni, il 69,9% fra 15 e 64 anni, e infine una porzione non trascurabile del 11,0% ha un'età superiore ai 65 anni. L'indice di vecchiaia è effettivamente molto basso in questo caso e se commisurato a quello della maggior parte dei comuni, ma comunque è sempre importante anche per una popolazione giovane un'illuminazione più gradevole, con ridotti sbalzi di intensità luminosa e con limitati abbagliamenti.



E' evidente come l'illuminazione è dovuta crescere in modo esponenziale e con limitato controllo sin dagli anni '70 del secolo scorso in poi per far fronte alla sempre maggiore esigenza di urbanizzazione del territorio.

#### **4-Cenni economia: quarto fattore di influenza dell'illuminazione**

Anche l'economia come già accennato è fortemente legata alla crescita della popolazione, all'esigenza di maggiore illuminazione e alle aree industriali e artigianali insediate sul territorio.

Risultano infatti insistere sul territorio del comune 150 attività industriali con 675 addetti pari al 57,74% della forza lavoro occupata, 72 attività di servizio con 129 addetti pari al 6,16% della forza lavoro occupata, altre 73 attività di servizio con 272 addetti pari al 11,04% della forza lavoro occupata e 20 attività amministrative con 76 addetti pari al 6,24% della forza lavoro occupata.

Risultano infine occupati complessivamente 1.169 individui, pari al 28,08% del numero complessivo di abitanti del comune.

Sia l'orografia del territorio comunale, sia lo sviluppo demografico, sia ancora lo sviluppo delle attività artigianali e di sviluppo del turismo, hanno influenzato direttamente e indirettamente lo sviluppo dell'illuminazione sul territorio nel corso degli anni; determinandone peculiarità e caratteristiche, che come si leggerà nei successivi capitoli, costituiranno parametri ancora oggi validi per fornire indicazioni utili circa l'introduzione di una illuminazione attuale, adeguata allo sviluppo del territorio medesimo.

## 2.2- VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

L'illuminazione esterna, di qualsiasi tipo, è la causa dell'inquinamento luminoso, definito come l'alterazione dei livelli naturali di luce presenti nell'ambiente notturno. L'effetto più evidente di questo tipo di inquinamento è l'aumento della luminosità del cielo notturno, con conseguente perdita da parte della popolazione della possibilità di vedere quello che da molti è stato definito come il più grande spettacolo della natura. Oltre al danno estetico si ha un danno culturale di portata difficilmente valutabile: le nuove generazioni stanno progressivamente perdendo il contatto con il cielo stellato, lasciandosi sfuggire una spinta all'approfondimento del sapere scientifico: motore del benessere economico e sociale di ogni civiltà. Secondo il Rapporto ISTIL 2001 sullo stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia, la provincia di Brescia non presenta alcun sito dal quale sia visibile un cielo non inquinato e un bresciano su quattro non può scorgere la Via Lattea da dove vive. Questo non significa che il cielo è irrimediabilmente deturpato e inquinato, ma indica che il livello di inquinamento ha certamente varcato la soglia di quella che si può ritenere "solo" un'influenza culturale e scientifica, sconfinando in una forma di inquinamento ambientale con conseguenze più ampie: dai semplici fenomeni di abbagliamento, a quelli ben più evidenti legati alla sicurezza stradale e del cittadino, e a quell'alterazione dei ritmi circadiani (ciclo biologico giorno-notte) che hanno effetti negativi su flora, fauna, sullo stesso uomo e sulla sua salute.

Solo a titolo di esempio, un singolo apparecchio di illuminazione da 150 W consuma energia elettrica per la cui produzione le centrali termoelettriche emettono in atmosfera tanto biossido di carbonio quanto ne immagazzinano circa 10-20 alberi ad alto fusto durante la loro crescita. Dal punto di vista culturale e astronomico il danno provocato dall'inquinamento luminoso è riscontrabile anche in vaste aree della provincia di Sondrio, soprattutto a ridosso del capoluogo, dove è stata di gran lunga superata la soglia oltre la quale diventa impossibile, in una normale serata serena, rilevare a occhio nudo i bracci della Via Lattea, la galassia all'interno della quale viviamo.

Ma l'inquinamento luminoso non causa solo danni culturali, ma anche danni ecologici nel senso più tradizionale del termine. In Italia la produzione di energia elettrica è ottenuta principalmente con centrali termoelettriche alimentate da combustibili fossili. Ogni lampada di media potenza installata all'interno di un apparecchio non schermato consuma un barile di petrolio all'anno per illuminare direttamente la volta stellata. È stato dimostrato che l'eccessiva illuminazione comporta alterazioni alla fotosintesi clorofilliana e al fotoperiodo nelle piante e negli animali. Sono state documentate anche difficoltà di orientamento per alcuni uccelli migratori e per alcune specie di insetti, che in alcuni casi, determinano la morte degli animali soggetti per spossatezza o per la collisione con edifici illuminati. L'inquinamento luminoso, inoltre, provoca

mutamenti nelle abitudini di alimentazione, di caccia, di riproduzione per tutta fauna notturna o che svolge parte delle sue attività di notte.

Studi dei biologi del parco del Ticino hanno evidenziato che l'impatto luminoso sul territorio dell'aeroporto di Malpensa provoca la morte di molti esemplari di uccelli migratori notturni.

Molte specie di falene stanno scomparendo dalla nostra penisola anche a causa dell'inquinamento luminoso.

Questi ultimi due esempi, sebbene possano essere ritenuti di poca importanza, hanno ripercussioni ben più ampie, andando a interrompere la catena alimentare con effetti negativi sull'ecologia delle popolazioni.

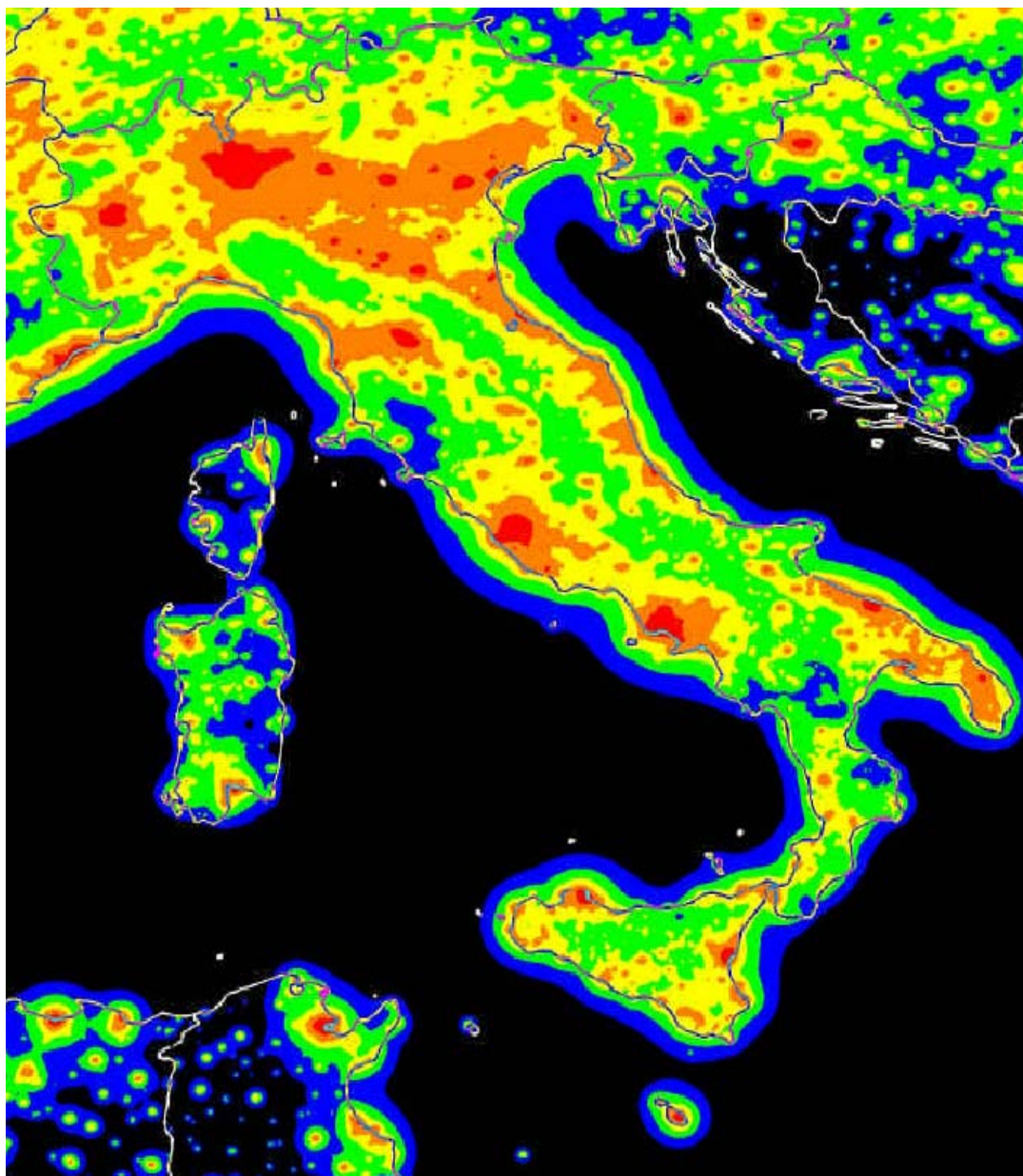


figura 1.7: Mappa della brillantezza artificiale del cielo notturno in Italia. A ogni livello, passando dal nero fino al rosso, la brillantezza artificiale del cielo triplica. Il rosso indica brillantezze artificiali da 9 a 27 volte maggiori di quella naturale. Tratto da *The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements*, P. Cinzano, F. Falchi, C.D. Elvidge, Baugh K. Pubblicato da *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 318, 641-657 (2000)

Anche dal punto di vista della salute dell'uomo, il fenomeno non è da trascurare. Sebbene infatti numerosi studi della fisiologia evidenzino fenomeni di miopia, alterazione dell'umore, a causa di una non controllata e continua esposizione alla luce artificiale, i più recenti studi in materia hanno dimostrato che una mancata successione regolare di periodi di buio-luce provocano un'alterazione nella produzione di melatonina.

La quantità di inquinamento prodotto, a parità di illuminazione erogata, dipende dalla progettazione degli impianti, dal loro utilizzo (riduzione dei flussi in orari di scarso utilizzo o di traffico ridotto, spegnimento in orari di non utilizzo), dal tipo di apparecchio impiegato, e dal tipo di lampada. L'applicazione puntuale della Legge Regionale n. 17 del 30 marzo 2000, permette di limitare questo tipo di inquinamento.

Le mappe mostrate sono state calcolate basandosi sui dati dei satelliti Defense Meteorological Satellite Program dell'U.S. Air Force, applicando un sofisticato modello matematico della diffusione della luce in atmosfera. La prima mostra i livelli di inquinamento luminoso indicando la brillantezza artificiale del cielo notturno rapportandola a quella naturale di un sito non inquinato. Il livello del nero indica siti dai quali allo zenith il cielo ha una luminanza artificiale inferiore all'11% di quella naturale. Il blu dall'11% al 33%, il verde dal 33% al 100%, il giallo dal 100% al 300%, l'arancio dal 300% al 900%, il rosso oltre il 900% e sino a 27 volte il valore della luminanza naturale del cielo.

Per poter verificare l'andamento nel tempo dell'efficacia degli interventi di adeguamento e sostituzione degli impianti, è necessario monitorare la luminanza del cielo notturno.

***Il cielo di Brusaporto, si trova ad essere inquinato quindi circa da 3 a 9 volte il cielo naturale causa la notevole vicinanza al capoluogo.***

La seconda mappa riportata rappresenta il degrado della visibilità delle stelle ad occhio nudo: indica quale sia la perdita di magnitudini visuali normalmente osservabili da una data località.

È evidente che Brusaporto si trova in una situazione non particolarmente privilegiata anche se relativamente isolato a nord dalla corona di colline. Purtroppo a Ovest è molto intenso l'inquinamento luminoso diffuso, percepibile sino a 300km di distanza, provocato dal capoluogo medesimo e percepibile anche al di là delle Alpi lombarde.



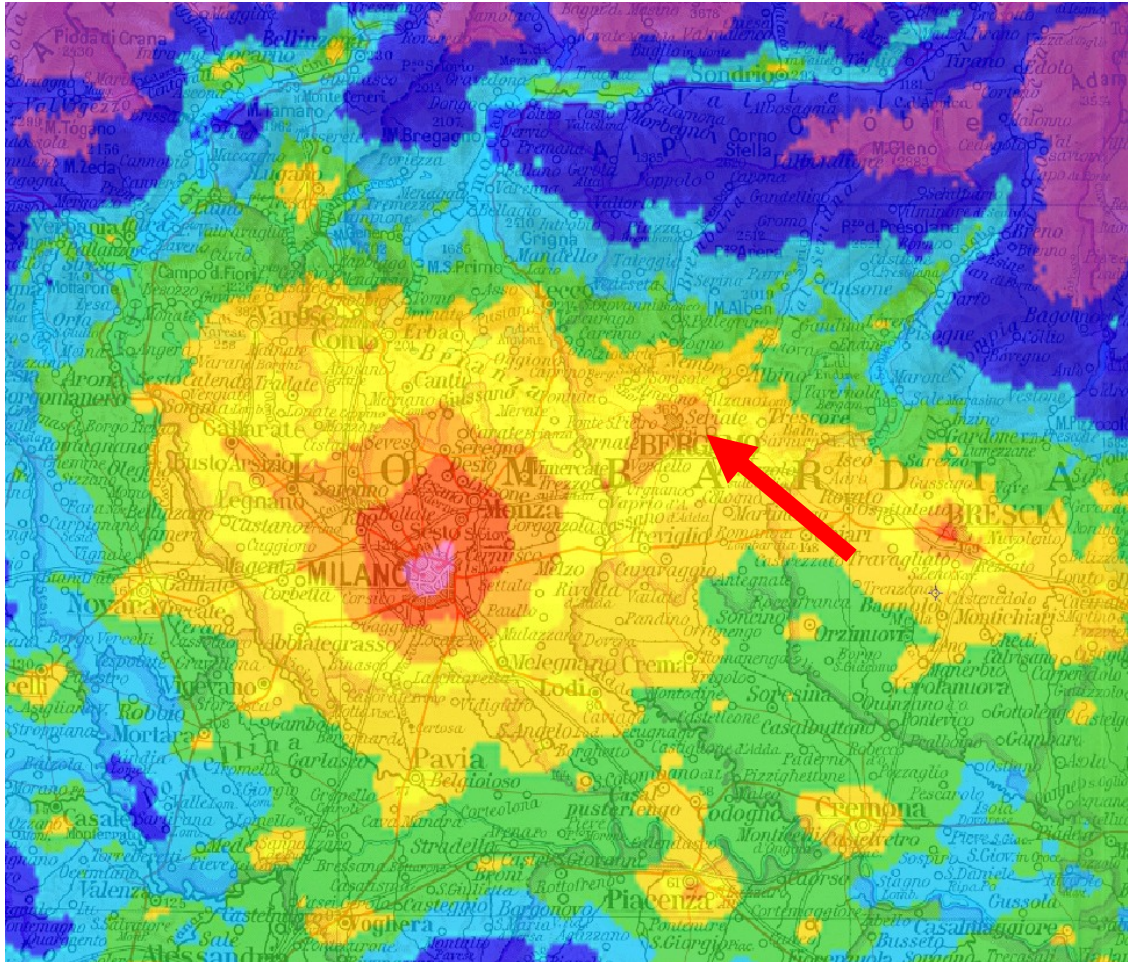


Figura 1.8: Mappa 2 - La visibilità delle stelle ad occhio nudo in parte del nord Italia. Passando da un livello a quello superiore si ha una perdita di visibilità pari a 0,2 magnitudini. Tratto dal Rapporto ISTIL 2001, P. Cinzano, F. Falchi, C.D.Elvidge, © ISTIL 2001, ISBN 88-88517-00-6.

Per finire Brusaporto stessa costituisce una notevole fonte di inquinamento luminoso, in quanto, lo si evidenzia anche dalla mappa medesima della brillantezza del cielo, innalza la brillantezza stessa di un livello (con una conseguente riduzione media di 0.2 magnitudini) rispetto alla brillantezza della pianura in generale provocato dalle grandi città lombarde.

**Il territorio del Comune di Brusaporto ricade nella zona arancio, a queste zone corrisponde una perdita di magnitudine inferiore a 1,2, comportando la perdita della visibilità di quasi il 35% delle stelle.**

Il costante e controllato presidio dell'illuminazione vuol dire quindi non solo risparmio energetico, riduzione degli abbagliamenti, miglioramento del comfort visivo e della qualità della vita, ma anche la conservazione dei delicati equilibri naturali in cui è immerso il territorio.

L'elevato impatto sociale delle problematiche connesse alla luce artificiale hanno condotto infatti alla promulgazione della L.R. 17/00 e s.m.i. Tale legislazione insiste proprio su tutto il territorio regionale imponendo che tutti i nuovi impianti d'illuminazione siano realizzati a criteri anti-inquinamento luminoso, puntando sulla sostituzione di tutti gli impianti nell'arco di trent'anni, nell'ambito quindi della normale vita operativa di tutti gli impianti.

Si consiglia il controllo e la misurazione della luminanza artificiale del cielo notturno nel territorio comunale con strumentazione adeguata e con cadenza biennale per monitorare l'evoluzione e adottare con tempestività idonei strumenti di contenimento. In altri termini, è solo attraverso una pianificazione attenta e puntuale che sarà possibile garantire un'ottimale applicazione degli strumenti che il presente Piano Regolatore di Illuminazione Comunale mette a disposizione.



### 2.3- AREE OMOGENEE

Si è già scritto dell'estensione del territorio comunale e dell'articolata presenza di diversi ambiti e destinazioni del territorio che quindi richiedono diversi approcci dal punto di vista illuminotecnico e progettuale.

In questo capitolo ci limiteremo a una sintetica analisi del territorio medesimo per cogliere gli aspetti più significativi degli altri strumenti di pianificazione, in particolare del Piano Regolatore Generale e del PGT.

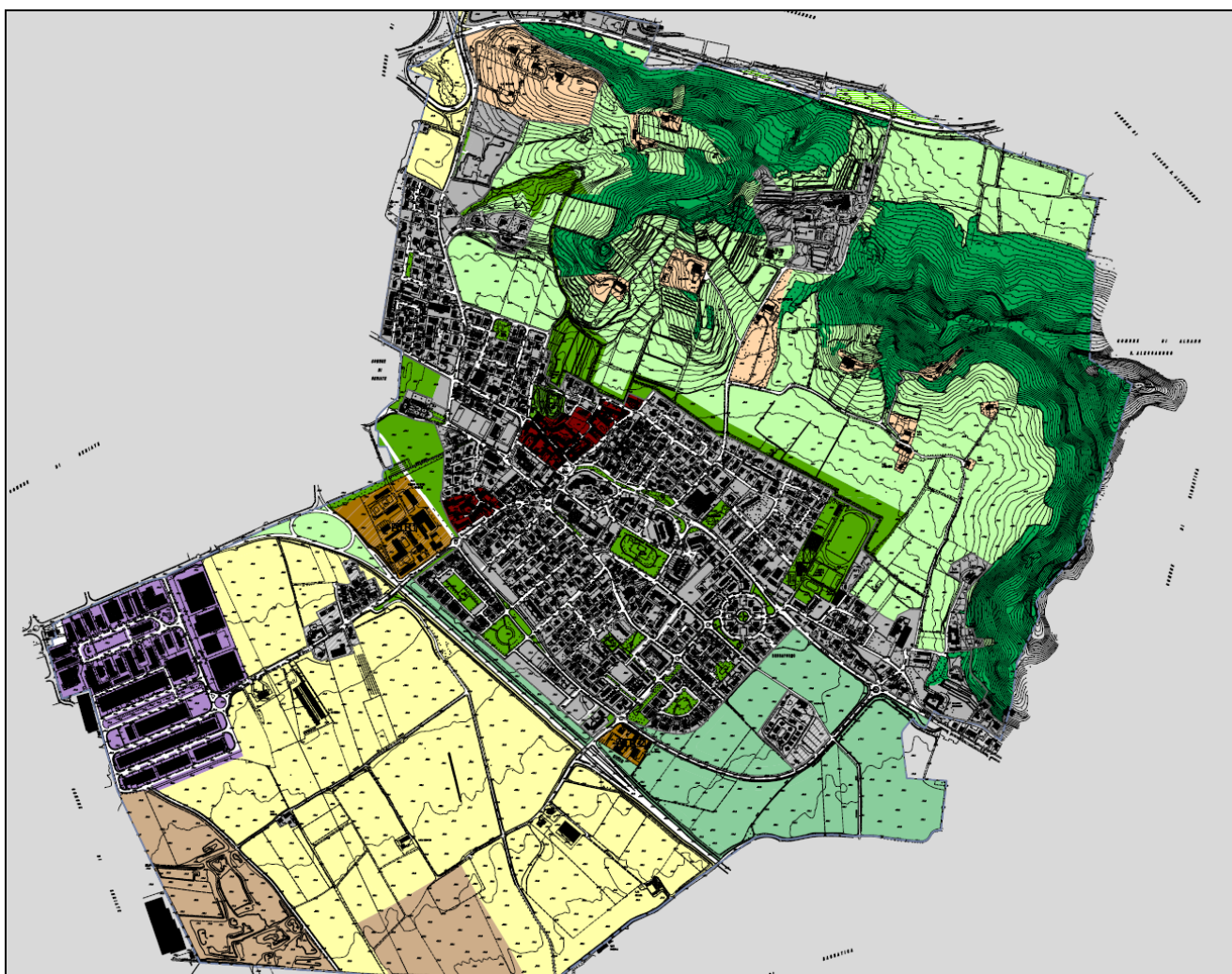
















Figura 1.9 – Mappa riassuntiva del PGT

Le aree omogenee in questo caso possono essere identificate in base a una semplice valutazione sensoriale del territorio e in base a criteri puramente di buon senso e questo ci permetterà poi di associare dei modi omogenei di progettazione sul territorio. Le principali aree omogenee che possiamo identificare sono:

- A. Aree Agricole,
- B. Parchi e zone di salvaguardia ambientale,

- C. Aree industriali ed artigianali,
- D. Centri storici e/o cittadini, e/o di possibile aggregazione
- E. Aree residenziali,
- F. Aree verdi,
- G. Impianti destinati alla ricreazione sportiva.

CLASSIFICAZIONE DEL PRG E LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA PARTE 3 DEL PIANO		
ZONIZZAZIONE PRG	Capitolo PRIC	Descrizione
 SISTEMA DELL'URBANIZZAZIONE COMPATTA	Cap.2.3 lettera g	Area a traffico prevalentemente pedonale
 INSEDIAMENTI URBANI ESTERNI		
 AMBITO DEI NUCLEI DI ANTICA FORMAZIONE E	Cap.2.3, lettera o	Evidenze storico, architettonico
 EDIFICI DI VALORE STORICO ARCHITETTONICO E	Cap. 2.3, lettera o	Evidenze storico, architettonico
 AMBITO DEL SISTEMA PRODUTTIVO	Cap. 2.3, lettera c	Aree verdi poco abitate
 INSEDIAMENTI RESIDENZIALI DI VALENZA PAESISTICA IN AMBITO COLLINARE E	Cap. 2.3, lettera c	Aree verdi poco abitate
 AMBITI DI TRASFORMAZIONE RESIDENZIALE	Cap. 2.3, lettera a,b,f	Strade a traffico
 AMBITO PAESISTICO DELLA COLLINA ME	Cap. 2.3, lettera a,b,f	Strade a traffico veicolare
 AMBITO DEL PATRIMONIO BOSCHIVO ME	Cap. 2.3, lettera a,b,f	Strade a traffico veicolare
 AMBITO AGRICOLO DELLA PIANURA M	Cap. 2.3, lettera c	Aree verdi poco abitate
 AMBITO VERDE DI SALVAGUARDIA EDIFICATO E	Cap. 2.3, lettera d,h	Aree comm.li e artigianali, parcheggi e grandi aree
 AMBITO DEL CASTELLO ME	Cap. 2.3, lettera d,h	Aree comm.li e artigianali, parcheggi e aree
 SISTEMA DEL VERDE URBANO E	Cap. 2.3, lettera e,f	Aree verdi, parchi, ciclabili e pedonali
 AMBITO DELLE CAVE B	Cap. 2.3, lettera e,n	Aree verdi e parchi, privati
<b><u>LIVELLO DI SENSIBILITA' PAESISTICA</u></b>		
ME molto elevata		
E elevata		
M media		
B bassa		
<b>LEGENDA IMPIANTI NON IDENTIFICATI NEL PGT E IMPORTANTI DAL PUNTO DI VISTA ILLUMINOTECNICO</b>		
Impianti sportivi	Cap. 2.3, lettera m	
Rotatorie	Cap. 2.3, lettera i	

Tali aree omogenee sono ovviamente zone limitate di specifica destinazione nell'ambito del PGT ma la loro identificazione non è così obbligatoriamente localizzata in un solo specifico ambito del territorio comunale. In particolare ai fini di una migliore distribuzione e/o redistribuzione della luce sul territorio si riportano le seguenti osservazioni e considerazioni preliminari sulla tipologia di illuminazione per ogni area omogenea.

#### **a. Aree a verdi, agricole, boschive e zone di salvaguardia ambientale**

Le aree verdi si estendono su due diversi piani:

- A sud –ovest le aree agricole dedicate principalmente a coltivazione agricola.
- A nord–est le colline che introducono un interessante elemento diversivo fra gli elementi del paesaggio che contribuiscono a migliorare la vivibilità del territorio medesimo.

Dal punto di vista dell'illuminazione il terreno agricolo non mostra particolari rilevanze degne di menzione. La salvaguardia di tale territorio e delle specie vegetali e animali che lo popolano si consegue contenendo e riducendo al minimo le emissioni che possono essere dannose e che possono alterarne le caratteristiche. Dal punto di vista dell'illuminazione essa deve essere per quanto possibile la meno invasiva possibile, contenuta e limitata alle effettive necessità lungo i tracciati viari principali e secondari asfaltati e sterrati.

#### **b. Aree industriali ed artigianali**

Le principali aree industriali si trovano a sud - su Via Palestro verso il confine comunale ed in direzione dell'autostrada A4.

Tali aree possono avere anche dal punto di vista dell'illuminazione un notevole impatto sul territorio e la notevole frammentazione non facilita il compito di controllo degli insediamenti. Oltretutto gran parte dell'insediamento produttivo come si rileva dal PGT è posteriore al 2000.

L'illuminazione di queste aree deve essere realizzata privilegiando aspetti di efficienza e funzionalità e ridotto impatto manutentivo evitando sovra illuminamenti in queste aree assolutamente inutili anche a causa dell'impiego molto limitato.

#### **c. Centri storici e cittadini ed aree pedonali e di possibile aggregazione**

Il comune di Brusaporto non mostra un centro storico esteso anche e l'area principale che lo caratterizza (come evidenzia anche il PGT) si trova a nord di P.za Vittorio Veneto. Volendo vedere un po' in modo più



esteso questa definizione di aree di aggregazione è possibile includere come elementi di attenzione anche le principali aree adibite a parco nel centro abitato.



L'illuminazione di questo tipo ha necessità spesso tali per cui serve un approccio attento e professionale, che necessita l'affidamento di incarichi professionali dedicati per evitare che gli interventi possano stravolgere la fisionomia notturna sia dei manufatti che dell'ambiente naturale che li ospita. Questo è il tipico intervento sull'illuminazione che necessita ricerca illuminotecnica, qualità, valorizzazione estetica e ambientazione.

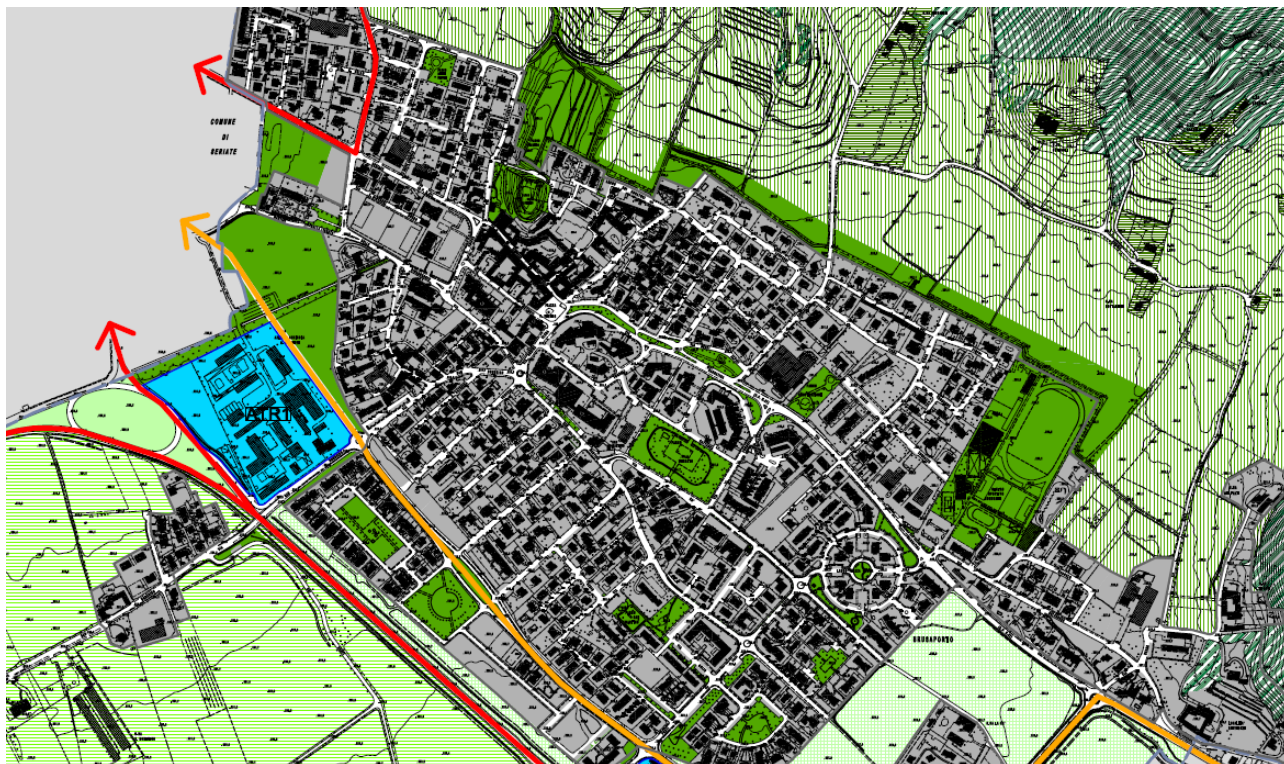
#### **d. Aree Residenziali**

Le aree residenziali sono l'elemento essenziale e di maggiore diffusione del territorio comunale (evidenziate in grigio nel PGT e nell'immagine sopra riportata) e sono e saranno la principale causa dell'espansione urbanistica futura del territorio, è quindi necessario tenere sotto controllo i loro sviluppi sia negli impianti tecnologici pubblici, sia nelle nuove lottizzazioni previste anche all'interno del PGT.

L'illuminazione di tali aree deve unire aspetti prettamente funzionali e di efficienza nell'illuminazione stradale, a interventi di tipo estetico e di valorizzazione del territorio per permetterne una migliore e gradevole fruizione notturna.

### e. Aree Verdi

Le aree verdi con verde pubblico attrezzato si estendono nell'intero centro abitato principale come si può ancora evincere anche da un estratto dal PGT, in particolare da Parco del Mercato ai Parchi di Viale Sardegna e di Via Sicilia al centro sportivo.



L'illuminazione di queste limitate aree deve assolvere a una triplice funzione: di valorizzazione, sicurezza e salvaguardia e non alterazione dell'ambiente naturale notturno e dei cicli biologici di flora e fauna soprattutto in un territorio protetto quale è il territorio di Brusaporto.

### f. Impianti destinati alla ricreazione sportiva

Tali impianti si concentrano nel centro sportivo comunale, accessibile da Via per Bagnatica, necessitano di maggiore attenzione soprattutto dal punto di vista illuminotecnico in quanto possono costituire una delle principali forme di inquinamento luminoso e ottico, soprattutto se di grandi dimensioni.

Questo aspetto è ancora più evidente e da monitorare se si considera che, quantunque la loro accensione sia limitata nel tempo, si rischia di influenzare l'intero ecosistema della montagna per le intensità luminose che detti impianti sono in grado di erogare.

### 3 – CENSIMENTO IMPIANTI

#### 3.1- ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO

L'analisi effettuata sugli impianti d'illuminazione pubblica presenti sul territorio comunale ha permesso di riscontrare in generale un'estesa obsolescenza dei corpi illuminanti, come sarà nostra cura evidenziare successivamente commentando l'analisi statistica tematica del territorio.

Le aree tematiche analizzate sono le seguenti:

1. Tipologie di applicazioni
2. Tipologie di corpi illuminanti
3. Tipologie di sorgenti luminose
4. Tipologie di sostegni

**Il numero di punti luce è pari a:** **1 291**

con un errore percentuale dell'ordine del 1% che risulta dal confronto del censimento, con la documentazione esistente e con i lavori in corso di realizzazione e con gli impianti di proprietà comunale o privata (lottizzazioni in corso d'acquisizione). Tale errore è da considerarsi più che accettabile per un'analisi statistica che ha come obiettivo l'evidenziazione delle caratteristiche essenziali dell'illuminazione sul territorio e la rilevazione di alcuni parametri di qualità della luce.

La proprietà degli impianti è così distribuita:

**Comune** **1 291**

#### 1. Parametri caratteristiche dell'illuminazione comunale

##### Parametro 1. Numero di punti luce ogni 1000 abitanti

###### Riferimenti bibliografici:

- Analisi condotta su circa 200 comuni compresi fra 800 e 500.000 di abitanti
- Stato dell'illuminazione rilevato dalla regione Lombardia nel 2003 aggiornato
- Consumi in kWh indicati da terna a livello, nazionale, regionale e provinciale

Il numero di punti luce rilevato per 1000 abitanti è pari a:

- Media nazionale stimata 120
- Regione Lombardia 153
- Provincia di Bergamo 158
- Analisi condotta su 200 comuni Italiani 100-120

**Brusaporto** **241**



**Considerazioni:** Il numero di punti luce è decisamente elevato rispetto alla media della regione Lombardia che da sola consuma oltre il 14% dell'energia per l'illuminazione pubblica in Italia e oltretutto il doppio della media nazionale.



### **Parametro 2. Numero di punti luce ogni km2 di superficie**

#### **Riferimenti bibliografici:**

- Stato dell'illuminazione rilevato dalla regione Lombardia nel 2003 aggiornato
- Analisi condotta su circa 200 comuni compresi fra 800 e 500.000 di abitanti

Il numero di punti luce rilevato per km2 è pari a:

- Regione Lombardia 59
- Provincia di Bergamo 31

**Brusaporto 258**

**Considerazioni:** Il numero di punti luce è decisamente superiore a quello della media del territorio Bergamasco, ed al valore medio del territorio lombardo. E' evidente come anche da questo punto di vista ci troviamo in una situazione di sovradimensionamento degli impianti in termini di punti luce.



### **Parametro 3. Potenza installata media**

#### **Riferimenti bibliografici:**

La potenza media installata è pari a:

- Analisi condotta su 200 comuni Italiani 140 W

**Brusaporto 92 W**

**Considerazioni:** Seppure il confronto non sia stato effettuato con elementi statistici di rilievo, è comunque evidente come la potenza media installata sul territorio comunale sia ben proporzionata e inferiore alla media nazionale. Questo non implica che si possa far di meglio sfruttando criteri di efficienza per l'ancora

esigua quantità di punti luce da sostituire e mettere a norma e rivedendo ove necessario le potenze installate in alcuni impianti d'illuminazione leggermente sovrailluminati.



#### **Parametro 4. kWh installati per abitante**

##### **Riferimenti bibliografici:**

I kWh per abitante sono pari a:

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| - Valore medio in Italia   | 80-100 |
| - Valore medio in Germania | 40-50  |

**Brusaporto**

**85,5**

**Considerazioni:** E' evidente che esattamente come per la potenza media questo è il più importante parametro su cui lavorare per riqualificare l'illuminazione comunale. Si vede infatti che sia a livello nazionale che comunale i kWh installati per abitante siano di gran lunga superiori a quelli installati nella vicina Germania.





## 2. Tipologie di applicazioni

Applicazione	Quantità
Stradale	881
Incrocio/Rotatoria	114
Parcheggio	68
Parco	111
Pedonale/Ciclabile	138
Piazza/Piazzale	27
Edificio o Monumento	5
Sportivo	2

Il grafico sotto riportato mostra la distribuzione delle tipologie di punti luminose in funzione dell'applicazione.

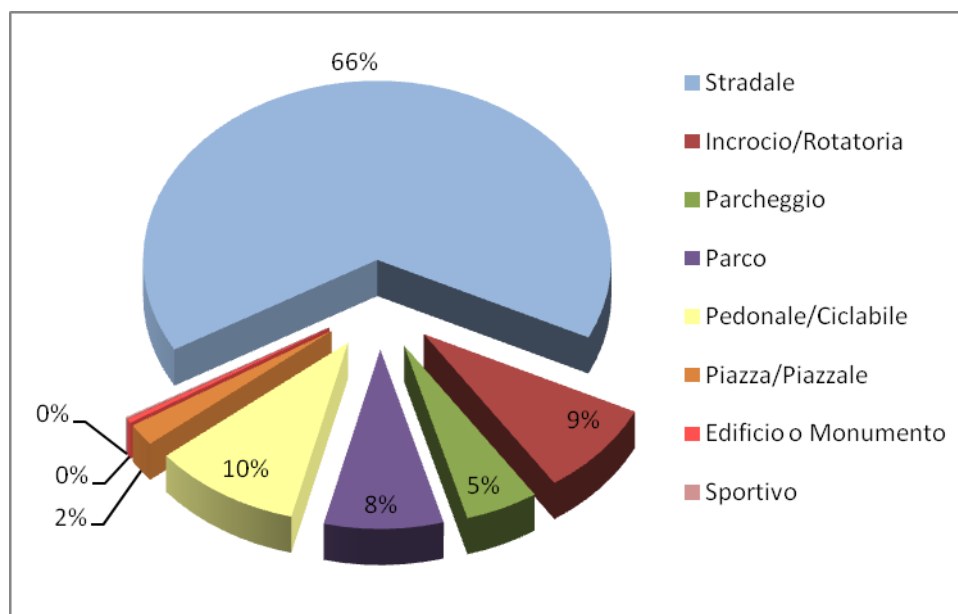


Grafico 1.1: Tipologia di applicazione degli apparecchi d'illuminazione pubblica

Si osserva che:

1. **L'illuminazione stradale** è comprensiva dell'illuminazione di incroci, rotatorie e parcheggi, e costituisce percentualmente l'applicazione più rilevante. Essa vale:

79,0 %

2. **L'illuminazione di tipo aggregativa** è quella essenzialmente che insiste su parchi, piste ciclabili o pedonali, piazze e piazzali. Per avere un equilibrio minimo fra illuminazione funzionale ed aggregativa questa percentuale dovrebbe essere preferibilmente superiore a 12-15%. Tale illuminazione vale:

18,5 %

**Considerazioni:** Questo evidenzia un discreto impiego di una illuminazione che non sia prettamente funzionale. E' necessaria comunque in futuro sempre più maggiore attenzione rivolta alla luce con un approccio più di tipo qualitativo piuttosto che funzionale e quantitativo come vedremo nelle successive considerazioni.

In generale a questo punto è utile comprendere in funzione delle tipologie dei corpi illuminanti come si sia proceduto all'illuminazione di ciascun ambito del territorio.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi all'applicazione sono raccolti nell'allegato 1 - Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Applicazioni'.

### 3. Tipologia degli apparecchi illuminati

Tipo di apparecchi illuminanti	Quantità
Stradale	1089
Fungo/Sfera/Luce indiretta	53
Arredo/Lanterna/Lampara	109
Incasso	16
Proiettore	24
Bollard	0
Plafoniera/Applique	0

Il grafico sopra riportato mostra la distribuzione dei punti luce in funzione delle tipologie di apparecchi.

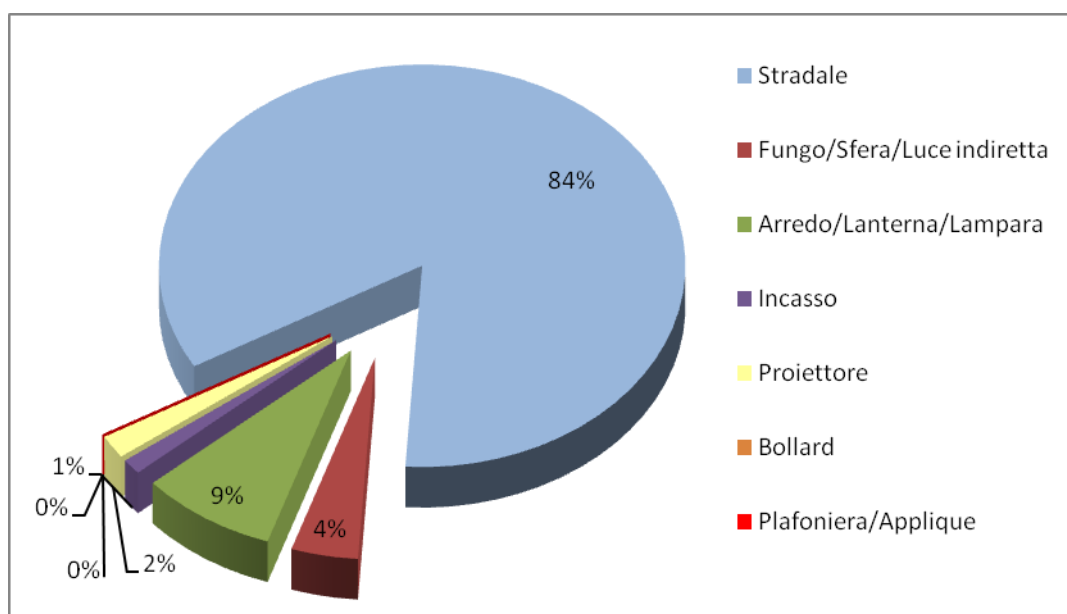


Grafico 1.2: Tipologia di apparecchi per l'illuminazione pubblica

Si osserva che:

1. Gli apparecchi di tipo **stradale** sono complessivamente quelli più diffusi in quanto valgono percentualmente: 84,4 %
2. Gli apparecchi d'**Arredo** in tutte le loro forme, quelli che accrescono la ricerca di qualità estetica diurna e notturna dell'illuminazione sul territorio, anche se questo in passato non sempre è equivalso ad efficacia ed efficienza nell'illuminazione. Percentuale valgono il: 13,8 %
3. Gli apparecchi di tipo **Proiettore** devono essere tenuti sempre sotto controllo vista la propensione di tali prodotti illuminotecnici sia per la limitata gestione del flusso luminoso che per le potenze che generalmente impiegano. Percentualmente sono il: 1,9 %

**Considerazioni:** L'illuminazione del territorio è già ampiamente diffusa, in futuro è quindi necessario lavorare ancor più con maggiore attenzione sulla qualità della luce e sull'estetica dei corpi illuminanti sempre senza perdere di mira aspetti di efficienza ed efficacia.

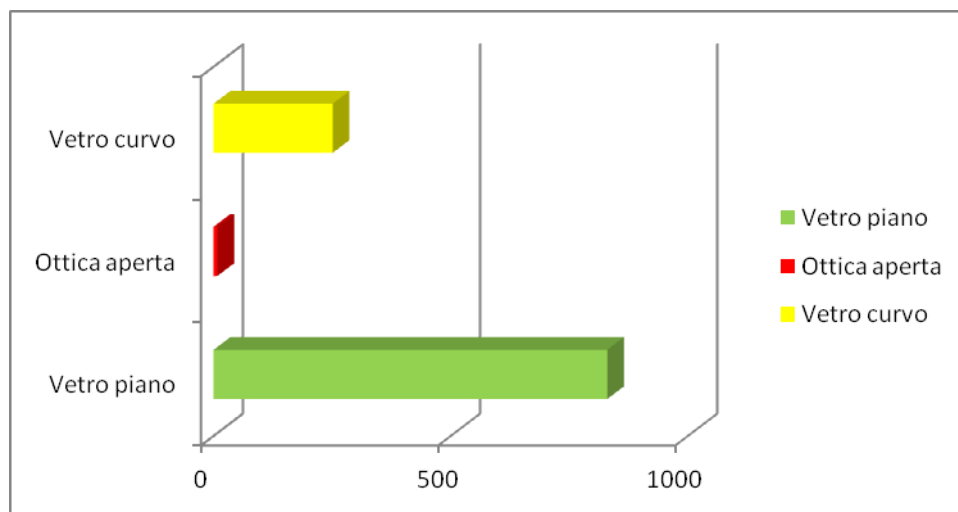
Se le applicazioni di tipo stradale erano percentualmente inferiori rispetto al numero di apparecchi di tipo stradale significa che parte degli apparecchi stradali sono stati impiegati anche in ambiti in cui sarebbero stati necessari interventi con un maggior valore estetico oltre che funzionale. Questo implica che è necessario un maggiore sforzo per cercare di arricchire il territorio con apparecchi che uniscono alla qualità dell'illuminazione una ricerca di riqualificazione estetica dello stesso. Nel centro storico infine si sono adottati sistemi a sospensione a parete e questa è una scelta estetica importante anche se purtroppo gli apparecchi impiegati sono molto inefficiente.

Le scelte del passato di prodotti non sempre efficiente ed efficaci e la presenza di numerosi punti luce stradali oggi obsoleti concorrono a far sì che l'illuminazione non sia sempre all'altezza delle effettive esigenze.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi all'applicazione sono raccolti nell'allegato 1 - Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Tipologia di Apparecchio'.

**a. Stradale**

Tipo di chiusura apparecchi stradali	Quantità
Vetro piano	830
Ottica aperta	8
Vetro curvo	251



*Grafico 1.3: Tipologia di apparecchi per l'illuminazione pubblica stradale*

Come si evince dalle tipologie di apparecchi stradali utilizzati su:

**1089**

- Sono del tipo con vetro di chiusura piana 83,8 %
- Sono del tipo con vetro di chiusura a coppa o vetro curvo 25,4 %
- Sono del tipo con vetro di chiusura piana 0,8 %

**Considerazioni:** La presenza di ancora pochissimi apparecchi ad ottica aperta e comunque pochi apparecchi a vetro curvo mostra che l'opera di riqualificazione illuminotecnica del territorio è ormai piuttosto avanzata. Ovviamente è necessario poi capire se i prodotti comunque oggi installati garantiscono comunque una qualità dell'illuminazione sufficiente ed adeguata.

Segue una tavola sinottica delle tipologie stradali presenti sul territorio comunale identificando modelli con nome e marca o se ignoti con un progressivo "corpo XX", utilizzato anche nella tabella del censimento dei punti luce (Allegato 1 – PARTE 1 del presente PRIC).

Fra parentesi nelle didascalie sono indicate le quantità ritrovate sul territorio comunale.

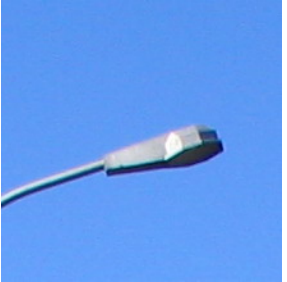


STRADALE – Ottica aperta			
T I P O L O G I E			
	Faeber - Ariete (1)	Fivep-Orio/simili (6)	Corpo 11 (1)

Tavola 1.1: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con ottica aperta


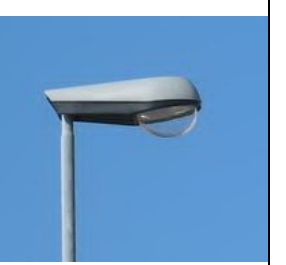


STRADALE – Vetro Curvo			
T I P O L O G I E			
	Fivep - Nova (178)	Disano - Sella (4)	AEC - Aec2 (68)
			
	Corpo 50 (4)		

Tavola 1.2: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro curvo

Quest'ultimo prospetto infine mostra che tutte le tipologie del tipo a vetro curvo sono obsolete.









STRADALE – Vetro Piano				
T I P O L O G I E				
	Aec – Lunoide (576)	AEC-Aec 2 (4)	Cariboni –Genesi (28)	Fivep – Alis (15)
				
	Grechi - Ellisse (6)	Grechi – Parabola (2)	SBP - Lyra (168)	SBP – Myra (31)

Tavola 1.3: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro piano

Queste 3 tavole evidenziano quante e quali tipologie sono state individuate solo in ambito stradale sul territorio comunale.

Sarebbe consigliabile per il futuro per il comune adottare delle scelte che limitino notevolmente le tipologie impiegabili ad 1-2 modelli per ogni tipo di applicazione. Questo favorirebbe sicuramente delle economie di scala anche manutentive ed inoltre una immagine più uniforme e gradevole del territorio anche dal punto di vista dell'illuminazione.

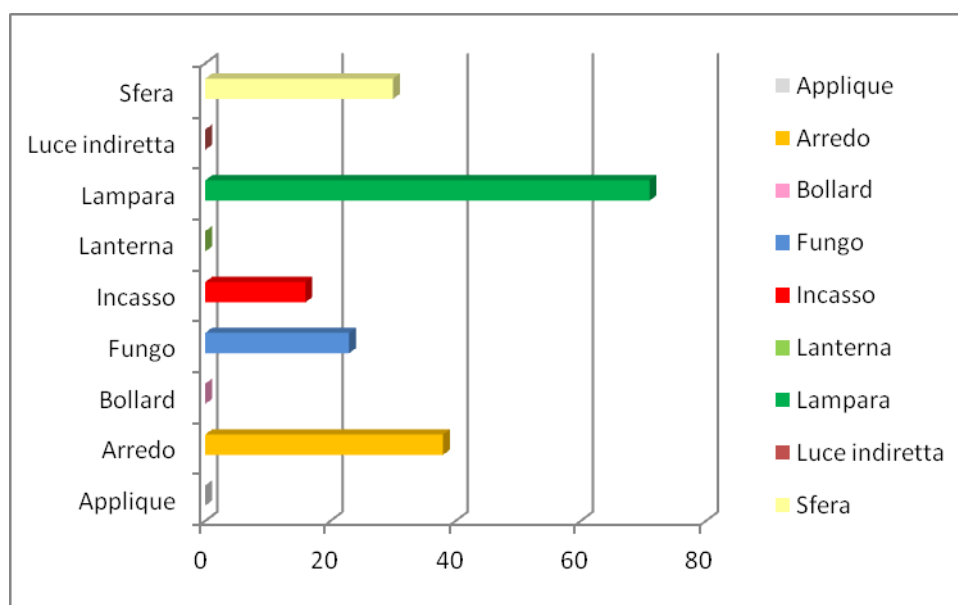
Quest'ultimo prospetto infine evidenzia che anche fra gli apparecchi che potenzialmente sono migliori e a norma della legge regionale esistono dei distinguo pur presentando tutti un tipo di chiusura a vetro piano.

Nello specifico si sconsiglia l'utilizzo in futuro dei seguenti prodotti per 2 diversi motivi:

- Non conformità alla L.r.17/00 e s.m.i.: Alis, Aec2
- Bassa efficacia illuminante per il tipo di prodotto: Lyra, Myra

**b. Arredo Urbano**

Tipo di apparecchi d'arredo	Quantità
Applique	0
Arredo	38
Bollard	0
Fungo	23
Incassi	16
Lanterna	0
Lampara	71
Luce indiretta	0
Sfera	30



*Grafico 1.4: Tipologia di apparecchi per l'illuminazione d'arredo urbano*

Come si evince dalle tipologie di apparecchi d'arredo urbano utilizzati su:

**178**

- Sono del tipo applique 0,0 %
- Sono del tipo d'arredo urbano generalmente moderno 23,5 %
- Sono del tipo a bollard (generalmente pedonale di altezza limitata) 0,0 %
- Sono del tipo a fungo testapalo o similare 14,2 %
- Sono del tipo a incasso a parete o a terra 9,9 %
- Sono del tipo a Lanterna classica testapalo o a sospensione 0,0 %
- Sono del tipo a Lampara classica/moderna a sospensione 43,9 %
- Sono del tipo a luce indiretta testapalo 0,0 %
- Sono del tipo a sfera o similare con diffusore sferico o emisferico 18,5 %

**Considerazioni:** Gli apparecchi che generalmente hanno i minori rendimenti (funghi, sfere, luce indiretta) sono presenti in modo non trascurabile e questo evidenzia che è ancora necessario fare molto per aumentare l'efficacia illuminante dei dispositivi impiegati.

Tavola sinottica delle tipologie di apparecchi d'arredo.

FUNGHI E SIMILARI				
TIPOLOGIE				
	Corpo 01 (3)	Disano – Vista (5)	Disano – Klima 1514 (2)	Disano - 1598 (15)
				
	Fivep – Cairo (1)			
SFERE E SIMILARI				
TIPOLOGIE				
	Disano –1305 (3)	Corpo 42 (3)	Corpo 02 (36)	Corpo 20 (3)
				
	Neri –SN400 (1)			

Tavola 1.4: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo tipo sfera o a fungo.



Purtroppo queste tipologie piuttosto comuni in passato sono generalmente inefficienti e, compresi quelli conformi alle leggi regionali (1305, 1514, 1598) come emissione verso l'alto ma non come efficienza in quanto anche piuttosto inquinanti e fonti di abbagliamenti molesti.

**Se ne sconsiglia in futuro l'installazione per qualsiasi tipo di applicazione e ambito.**

ARREDO URBANO				
TIPOLOGIE				
	Corpo 12 (4)	Corpo 21 (1)	Corpo 43 (2)	Corpo 46 (7)
TIPOLOGIE				
	Corpo 48 (11)	Disano - Volo (17)	Corpo 07 (71)	

Tavola 1.5: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo urbano, lampare e lanterne

Quasi tutti gli apparecchi sopra riportati ad esclusione degli apparecchi nominati Volo e corpo 12 nonché per l'apparecchio decorativo denominato corpo 21 sono di vecchia concezione ed a ridotto rendimento illuminotecnico anche se installati da non moltissimi anni.


APPLIQUES, PLAFONIERE, INCASSI, BOLLARD E ALTRE TIPOLOGIE				
TIPOLOGIE				
	Corpo 37 (16)			

Tavola 1.6: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo urbano particolari

Nello specifico questi ultimi prodotti della tabella 1.6 sono tutti obsoleti e di vecchia concezione.

### c. Proiettori

Relativamente ai proiettori è importante capire l'utilizzo che se ne fa per verificare se è un utilizzo consono o tali sistemi illuminati avevano valide alternative in apparecchi con un maggior controllo del flusso luminoso. In questa valutazione i proiettori impiegati in ambito impianti sportivi sono indicati solo parzialmente e questa è l'unica applicazione in cui i proiettori sono adeguati.

Proiettori distribuiti per applicazione	Quantità
Stradali	0
Incroci/Rotatorie	16
Parcheggi/Grandi aree	0
Parchi	10
Pedonale/Ciclabile/Piazze	0
Edifici o Monumenti	4
Impianti sportivi	2

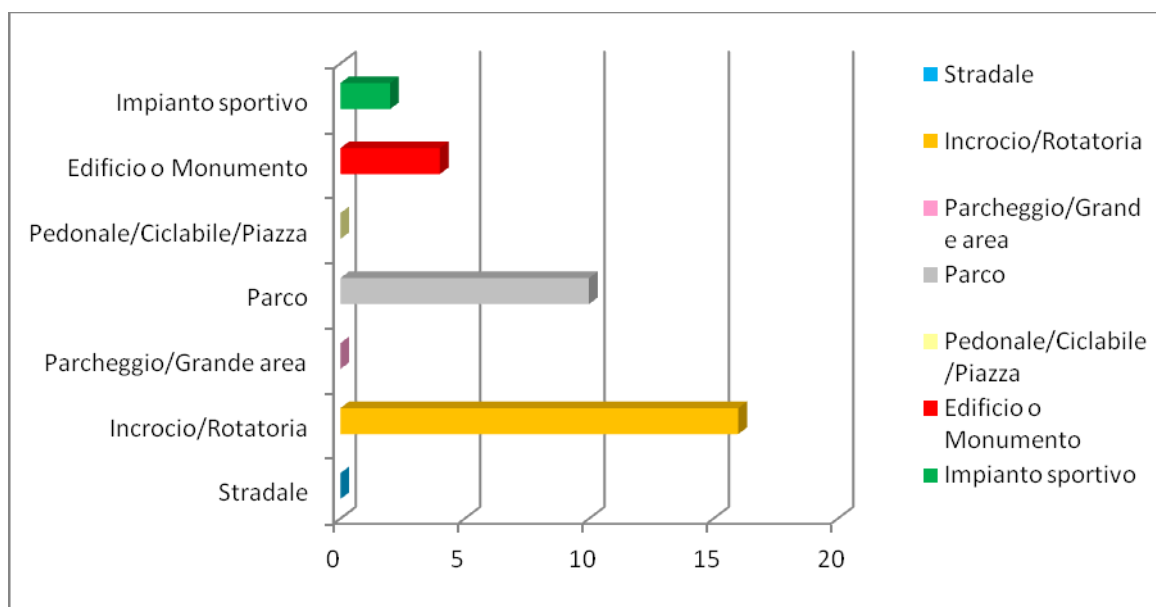


Grafico 1.5: Consistenza proiettori per ciascuna applicazione

L'utilizzo di tali sistemi illuminanti deve comunque rimanere limitato in futuro, in quanto il loro utilizzo spesso implica un limitato controllo delle potenze installate e del flusso luminoso.

Come si evince dalle tipologie di impieghi nelle varie applicazioni dei proiettori, su: 32  
*(il colore Verde evidenzia che l'impiego è congruo, giallo che in alcune applicazioni potrebbe essere corretto e rosso che è inadeguato. La valutazione di cui sopra prescinde dalla coerenza delle installazioni con le norme le leggi di settore analizzate in seguito)*

- Sono impiegati in ambiti sportivi (applicazione corretta)	6,9	%
- Sono impiegati per edifici o Monumenti (applicazione corretta solo se l'illuminazione è mirata e del tipo spotlight mantenendo la luce all'interno delle sagome nel limite delle prescrizioni di Legge)	13,8	%
- Sono impiegati per piazze, pedonali, ciclabili (applicazione accettabile esclusivamente percorsi stretti compresi fra edifici vicini - es. centro storico)	0,0	%
- Sono impiegati per parchi (applicazione in generale non congrua)	34,4	%
- Sono impiegati per parcheggi e grandi aree (applicazioni a rischio in quanto ad elevato impatto ambientale)	0,0	%
- Sono impiegati per incroci e rotatorie (applicazioni accettabile se l'illuminazione viene fatta con torri faro centrali con elevato rischio di impatto ambientale)	55,0	%
- Sono impiegati per applicazioni stradali (applicazione accettabile esclusivamente percorsi stretti compresi fra edifici vicini - es. centro storico)	0,0	%

**Considerazioni:** Essendo in questo caso i proiettori impiegati quasi esclusivamente in applicazioni tipo sportivo quasi sempre il loro impiego è lecito. Si ricorda comunque di tenere sotto controllo la loro diffusione.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi ai tipi di apparecchi, ai sistemi di chiusura ed ai modelli sono raccolti nell'allegato 1 - Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Tipo apparecchi', 'Tipo chiusura' e 'Modello'.

#### 4. Condizioni dei corpi illuminanti

Un'analisi dello stato di fatto non può esimersi dal valutare lo stato dei corpi illuminanti presenti sul territorio ai fini dell'obsolescenza e della capacità di illuminare. Nell'analisi sotto riportata non viene fatta una valutazione sulla conformità alla legge regionale infatti quest'ultima è rimandata ai successivi paragrafi.

Stato dell' apparecchio illuminante	Quantità
Buono	841
Accettabile	0
Inefficiente	134
Obsoleto	316

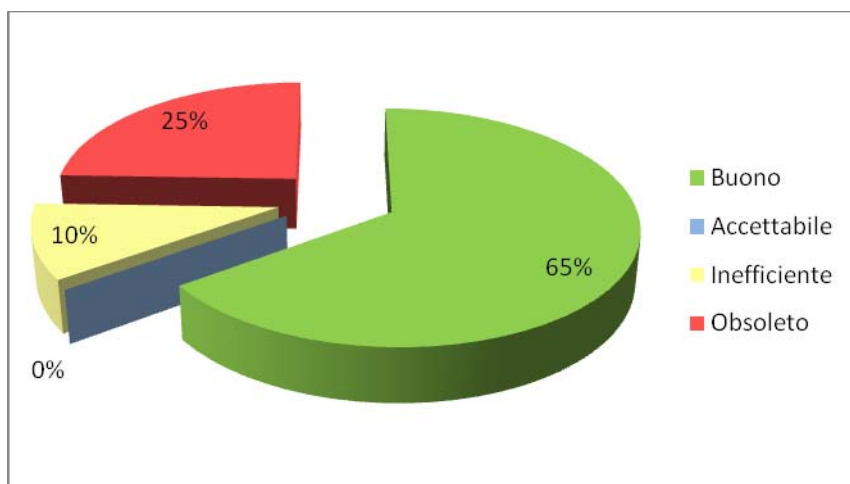


Grafico 1.6: Stato degli apparecchi illuminanti

Come si evince dallo stato dei corpi illuminanti su:

- Sono in buone condizioni (generalmente efficienti e a elevato rendimento)	<b>1291</b> 71,7 %
- Sono in accettabili condizioni (anche se per esempio a vetro curvo abbaglianti)	0,0 %
- Sono inefficienti (con rendimento a terra inferiore al 35% anche se obsoleti)	11,4 %
- Sono obsoleti (giunti oltre i 20 anni di età o progettati oltre 25 anni fa)	26,9 %

**Considerazioni:** Sommano gli apparecchi inefficienti a quelli obsoleti si vede come la quota di apparecchi per l'illuminazione da riqualificare sia non trascurabile e vicina al 40%. E' quindi necessario predisporre un dettagliato progetto di riqualificazione del territorio e di tali punti luce.

## 5. Tipologia di sorgenti luminose

Un elemento importante nella valutazione della qualità dell'illuminazione e della sua obsolescenza è la quantificazione delle tipologie di sorgenti luminose impiegate.

Tipo di sorgente luminosa	Quantità
Sodio alta pressione	1255
Sodio bassa pressione	8
Alogenuri metallici std	0
Alogenuri metallici bruciatore ceramico	4
Alogenuri metallici Cosmopolis	0
LED	0
Vapori di Mercurio	0
Fluorescenza	23
Altre	1

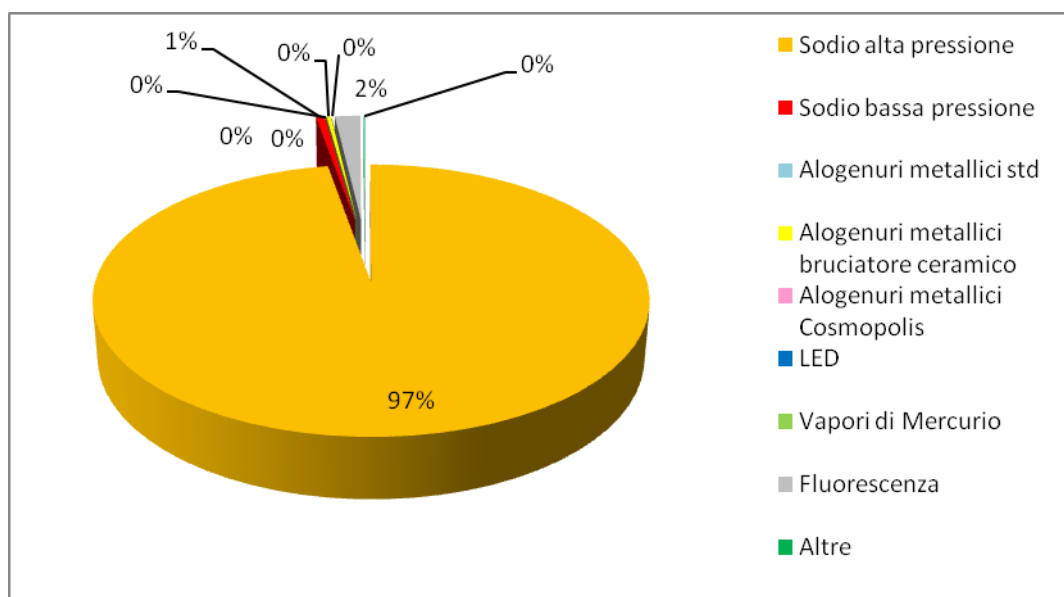


Grafico 1.7: Tipologia delle sorgenti

Le tipologie di sorgenti luminose sono così suddivise, su:

- al Sodio alta pressione (SAP,SON, HST, ST, SHP, NAV, etc..)	<b>1291</b> 97,2 %
- al Sodio bassa pressione (SBP, LPS,SOX, SLP, etc..)	0,6 %
- ad Alogenuri metallici standard (JM, HCI, HSI, MH, etc..)	0,0 %
- ad Alogenuri metallici a bruciatore ceramico (CDM, HCI, CDO, etc..)	0,3 %
- ad Alogenuri metallici tipo Cosmopolis (CPO)	0,0 %
- a LED	0,0 %
- ai Vapori di Mercurio (HG,HSL, HQL, HQI, HPL, etc..)	0,0 %
- a Fluorescenza (FL, QT, etc..)	1,8 %

- di Altre tipologie (Alogene, Incandescenza, premiscelate, induzione, etc.) 0,1 %

**Considerazioni:** Le sorgenti ai vapori di mercurio secondo la Direttiva Europea 2002/95/CE non possono essere più prodotte dal 2004 e vendute dal 2006, e fortunatamente sul territorio comunale non sono più presenti.

**La potenza media installata** (escluso i campi sportivi) è pari a: 92,3 W

**La potenza media installata** della proposta di energy saving, verrà ridotta a: 79,0 W

**L'efficienza media delle sorgenti luminose** (escluso i campi sportivi) è pari a: 98,6 lm/W

**L'efficienza media delle sorgenti luminose** della proposta di energy saving, verrà ridotta a: 97,4 lm/W

Le motivazioni che influenzano tale valore sono le seguenti:

1. La presenza di un certo numero di sorgenti obsolete (fluorescenza, etc..) con bassa efficienza
2. La presenza di sorgenti a relativamente elevata potenza specifica (che per natura costruttiva sono generalmente più efficienti) che tendono ad incrementare questo valore medio

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle sorgenti ed alle potenze installate sono raccolti nell'allegato 1 - Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Sorgente' e 'Potenza'.

## 6. Tipo di sostegni e condizioni

Tipo di sostegni	Quantità
Frusta	0
Testapalo	613
Palo+Sbraccio	577
Palo+Sospensione	50
Parete (staffa)	0
Parete+Sbraccio	3
Parete+Sospensione	25
Catenaria	0

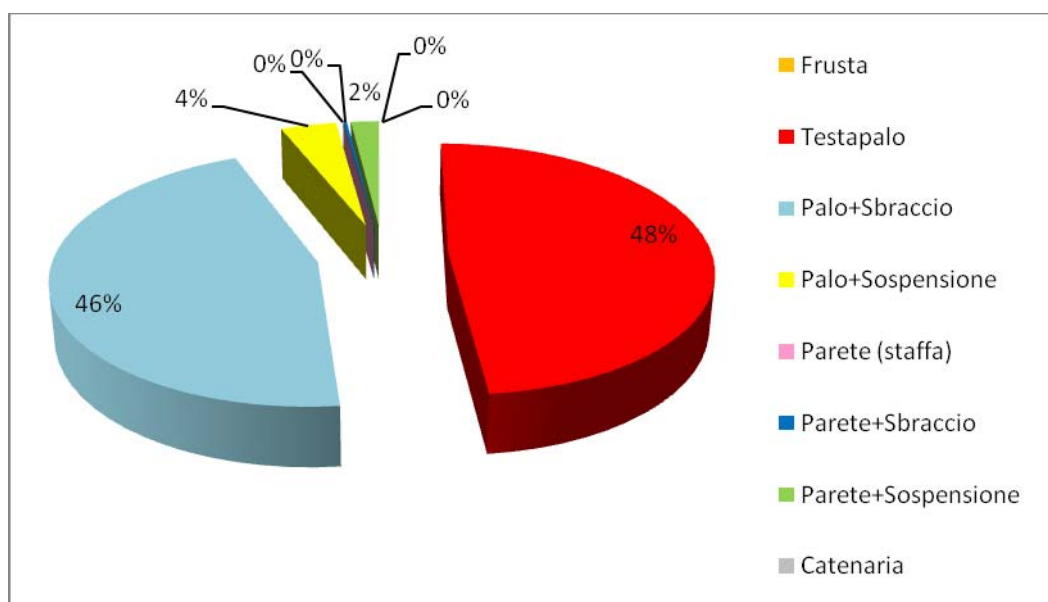


Grafico 1.8: Tipologia di sostegni

I corpi illuminanti sono distribuiti percentualmente come di seguito, infatti su:

- sono su sostegni testapalo, a frusta o pali con sbraccio	<b>1268</b> 93,8 %
- sono su sostegni a sospensione	3,9 %
- sono a parete staffati o con sbraccio	0,2 %
- sono a parete sospesi su sbraccio	2,0 %
- sono posti su fune o catenaria	0,0 %

**Considerazioni:** La presenza comunque di limitati punti luce a parete attorno al 5% le scelte future devono mirare ad una maggiore ricerca estetica anche sulle tipologie di sostegni impiegati visto il loro impatto visivo sul territorio soprattutto diurno.

In riferimento ai materiali ed allo stato di conservazione dei sostegni possiamo riportare quanto segue:

1. Sostegni in acciaio zincato **542**



- Buone condizioni di conservazione	490
- da ricondizionare o sostituire	52
<b>2. Sostegni in acciaio verniciato</b>	<b>698</b>
- Buone condizioni di conservazione	685
- da ricondizionare o sostituire	13
<b>3. Sostegni in cemento</b>	<b>0</b>
- Buone condizioni di conservazione	0
- da sostituire	0
<b>4. Sostegni in cemento, vetro resina, PVC, altro (o obsoleti)</b>	<b>0</b>
 Complessivamente i sostegni da sostituire o semplicemente ricondizionare sono:	 <b>65</b>

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle tipologie dei sostegni, alle loro caratteristiche, ai materiali di cui sono composti, ed al loro stato di conservazione sono raccolti nell'allegato 1 - Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Tipo sostegno', 'Materiale sostegno', 'Stato sostegno'.

## 7. Linee elettriche e loro caratteristiche

Per quanto riguarda le linee elettriche è evidente l'importanza di comprendere se gli impianti di distribuzione elettrica sono idonei per tali attività, senza escludere o dimenticare che gli stessi devono essere anche sicuri in caso di eventi accidentali e adeguatamente isolati elettricamente anche nei confronti degli agenti atmosferici.

Tipo di linea	Quantità
Interrata	1263
Aerea	0
Parete	28

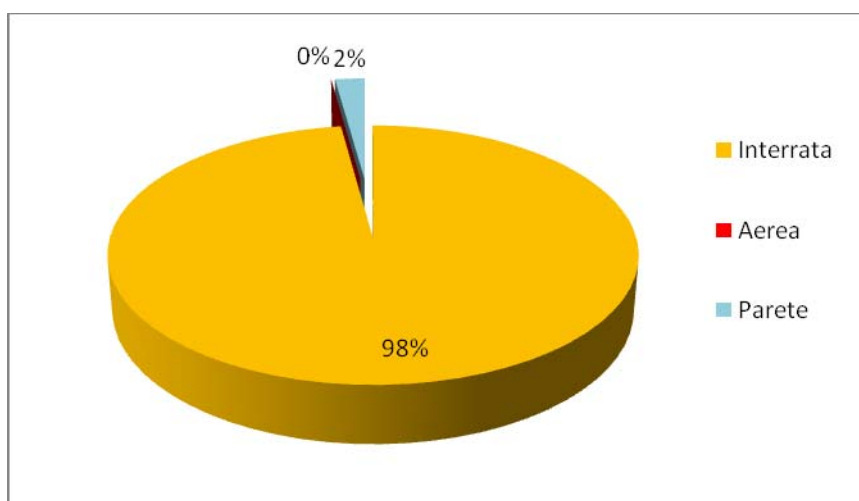


Grafico 1.9: Tipologia di linea

Non sono stati rilevati impianti promiscui sul territorio comunale.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle linee aeree sono raccolti nell'Allegato 1 - Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano, filtrando il data base per 'Tipo Linea'.

### 3.2- CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI ALLA L.R. 17/00 E S.M.I.

La valutazione della conformità degli impianti d'illuminazione alla legge regionale lombarda n. 17/00, e successive modificazioni e integrazioni, è piuttosto agile in quanto le tipologie di apparecchi installati sono ben definite, praticamente sull'intero territorio comunale.

La valutazione della conformità alla legge n. 17/00 si limiterà in questa sezione del Piano alla sola verifica:

1. dei corpi illuminanti e della loro installazione;
2. delle sorgenti luminose.

Saranno invece limitate le valutazioni relative agli altri tre concetti fondamentali della legge regionale, successivamente approfonditi:

3. luminanze ed illuminamenti sovrabbondanti (valutate nel succ. par. 3.3 in funzione della classificazione del territorio di cui al capitolo 4);
4. ottimizzazione degli impianti d'illuminazione;
5. utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso.

#### 1. Verifica emissione della luce verso l'alto e tipo di sorgenti luminose

Principale elemento rilevabile da un'analisi diretta degli apparecchi installati e valutato per ogni tipologia di apparecchio illuminante anche in funzione delle linee guida di cui alla Parte 2 – Controllo e Verifica.

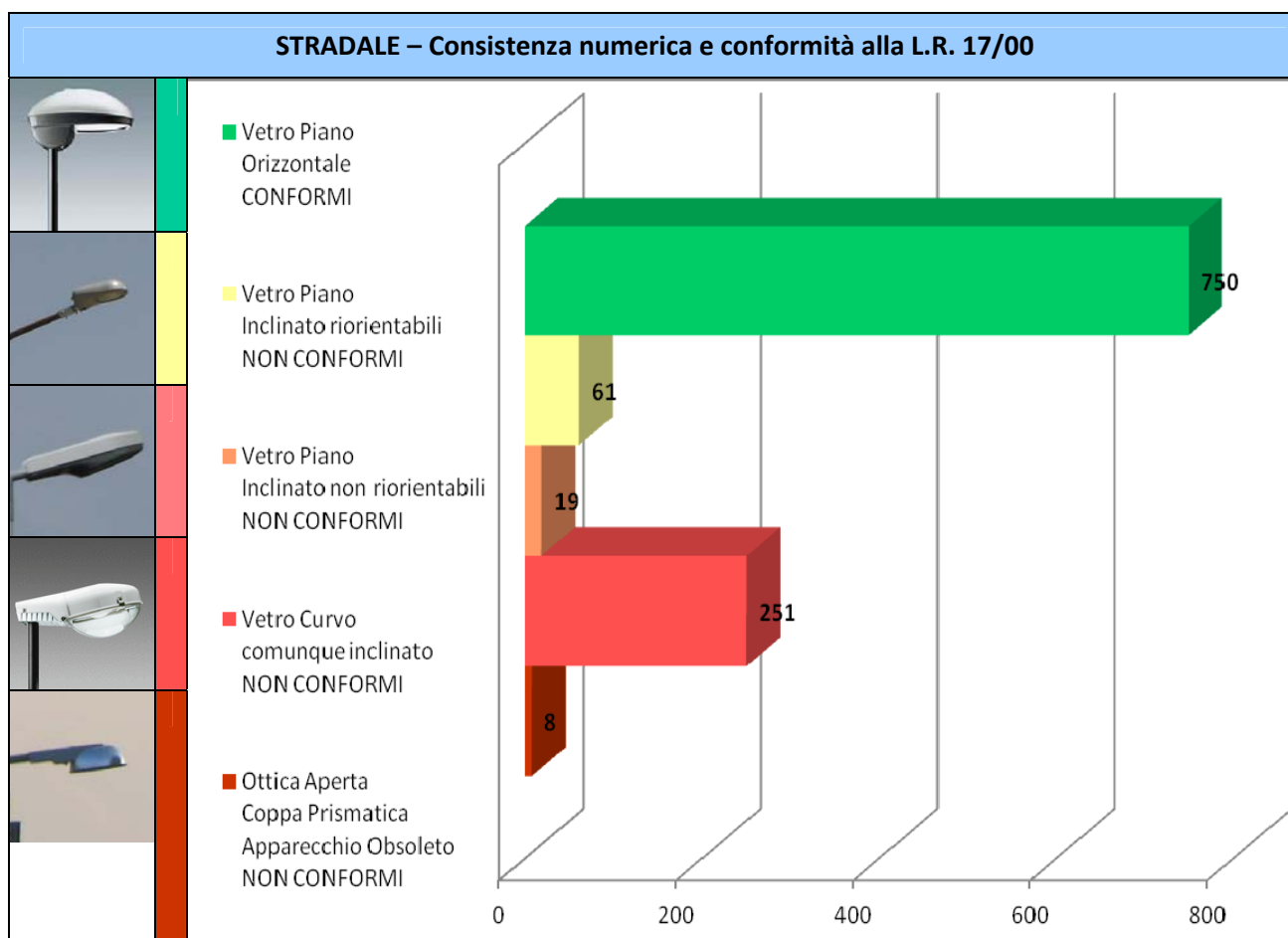
##### *Emissione Verso l'alto*

Gli apparecchi illuminanti in funzione della loro posizione di installazione, possono essere suddivisi nelle seguenti categorie ai fini della conformità della L.R. 17/00:

Chiusura	Inclinazione dell'apparecchio (rispetto all'orizzontale) inteso come inclinazione del bordo su cui si attacca il vetro di chiusura	Conformità alla L.R. 17/00
Vetro piano	0°	<b>Si</b>
Vetro piano	>0°	<b>No</b>
Ottica aperta	0°	<b>Si</b> (apparecchi comunque obsoleti)
Ottica aperta	>0°	<b>No</b>
Vetro curvo	qualsiasi	<b>No</b>
Vetro prismatico	qualsiasi	<b>No</b>

Tavola 1.7 - Tipologie di conformità o non conformità apparecchi stradali

**a. Stradale**



*Tavola 1.8 - Tipologie di conformità o non conformità apparecchi stradali*

In riferimento alla conformità dei punti luce stradali, si rileva che:

Punti luce conformi alla L.r.17/00 e s.m.i.	<b>750</b>
Punti luce da adeguare (variando semplicemente l'inclinazione)	61
Punti luce da sostituire	278
<b>Totale punti luce stradali</b>	<b>1089</b>

Di seguito si illustreranno brevemente i costi che potrebbero derivare da questo intervento minimo da attuarsi sull'illuminazione stradale. In tabella sono riportati infatti i costi sia di sostituzione che di adeguamento dei corpi illuminanti. Nello specifico se alcuni corpi necessitassero di sostituzione della sorgente luminosa (anche in apparecchi conformi alla L.r.17/00 sono indicati anche questi ultimi).



TIPO DI INTERVENTO E STIMA COSTI				
Tipologia Apparecchio e di installazione	n°	Foto	Tipo di intervento	Costi
Apparecchi da sostituire	278		Sostituzione corpo illuminante	250 € /apparecchio compresa installazione
Apparecchi da adeguare Disporre vetro piano orizzontale	61		Variare inclinazione sino al limite meccanico per disporre il vetro piano orizzontale.	20 € per l'installatore durante un cambio lampada e 40 € se l'intervento è dedicato
Apparecchi da adeguare sostituire sorgente obsoleta	0		Sostituire gli ausiliari elettrici e la sorgente luminosa.	110 € per la sostituzione di ausiliari e lampada

Tavola 1.9 - Tipologie di conformità o non conformità apparecchi stradali

#### Sorgenti luminose

Le sorgenti utilizzate in ambito apparecchi stradali, si dividono in 2 tipi: al sodio alta pressione e quindi conformi alle disposizioni di legge, e ai vapori di mercurio soprattutto nei vecchi corpi illuminanti. Una parte non trascurabili degli apparecchi di nuova generazione sono ancora dotati di sorgenti a vapori di mercurio e dovranno quindi essere sostituite le parti elettriche che le alimentano e la sorgente.

#### Efficienza degli apparecchi illuminati

I corpi illuminanti di tipo stradale che presentano una certa efficienza sono solo quelli del tipo a vetro piano che non necessitano la sostituzione come già visto anche nei precedenti capitoli. La restante parte è indicativamente inefficiente o da sostituire in quanto non conforme alla legge.

**b. Arredo Urbano**


















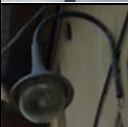





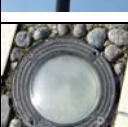

ARREDO URBANO – Consistenza numerica e conformità alla L.R. 17/00											
Disano Conformi Inefficienti <b>CONFORMI</b>										17	
Disano-Volo <b>CONFORMI</b>										17	
Apparecchi a Led <b>CONFORMI</b>										4	
Funghi <b>NON CONFORMI</b>										9	
Sfere e similari <b>NON CONFORMI</b>										43	
Lampare <b>NON CONFORMI</b>										71	
Altri Arredo <b>NON CONFORMI</b>										20	
Incassi <b>NON CONFORMI</b>										16	
<b>N° Apparecchi</b>					<b>15</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>178</b>

Tavola 1.10 - Distribuzione apparecchi d'arredo in funzione della conformità alla L.R.17/00 e s.m.i.

In riferimento alla conformità dei punti luce d'arredo, si rileva che:

Punti luce conformi alla L.r.17/00 e s.m.i.	<b>36</b>
Punti luce da adeguare	<b>0</b>
Punti luce da sostituire	<b>142</b>

**Totale** **178**

Sorgenti luminose



Per quanto riguarda la conformità delle sorgenti luminose installate vale quanto già ribadito per gli apparecchi d'illuminazione stradale con la differenza che in ambito pedonale è ammesso l'utilizzo di sorgenti a maggiore resa cromatica, ma con efficienza maggiore di 90 lm/W.

#### *Efficienza degli apparecchi illuminanti*

Gli unici apparecchi d'arredo con una certa efficienza sono quelli di arredo conformi alla L.r.17/00.

#### **c. Proiettori**

La situazione della conformità dei proiettori alla L.r.17/00 e s.m.i. è la seguente:

<b>PROIETTORI</b>	
<b>n. totale di corpi illuminanti conformi alla L.r.17/00 e s.m.i.:</b>	<b>8</b>
<b>n. totale di corpi illuminanti inclinati ma adeguabili:</b>	<b>0</b>
In base alle verifiche effettuate, la messa a norma può essere fatta solo con la variazione sino a porre i corpi illuminanti orizzontali. Inclinazione compresa fra 0 e 30°	Costo adeguamento: 40 €
<b>n. totale di corpi illuminanti inclinati non adeguabili:</b>	<b>16</b>
In base alle verifiche effettuate, la messa a norma può essere fatta solo con la sostituzione del proiettore con proiettori asimmetrici da disporre orizzontali.	Costo sostituzione: 400 €
<b>n. totale di corpi illuminanti da eliminare:</b>	<b>0</b>

*Tavola 1.11: Proiettori: intervento di sostituzione*

## 2. Controllo del flusso luminoso indiretto

Purtroppo per gli impianti già esistenti non è possibile e neppure corretto individuare carenze in merito ai concetti di ottimizzazione, in quanto antecedenti all'entrata in vigore della L.R. 17/00 e s.m.i., e in particolare alla L.R. 38/04.

Inoltre la legge non prevede il rifacimento integrale degli impianti per sopraggiunta migliore efficienza degli apparecchi, anche se auspica un'attenta valutazione e un'analisi economica per possibili adeguamenti. Altresì prevede la sostituzione degli apparecchi nelle aree protette.

È possibile, non solo a titolo di verifica ma per un intervento futuro sul territorio, senza quindi alcuna valenza circa la minore efficienza degli impianti installati prima del 2000 – anno in cui è entrata in vigore la L.R. n. 17/2000 – fare un'opportuna valutazione dell'ottimizzazione degli impianti nei termini di seguito riportati.

- a) *Verifica generalista delle interdistanze utilizzate e delle attuali interdistanze richieste per legge e/o possibili con prodotti ad alta efficienza.*
- b) *Classificazione stradale e adeguate potenze installate (attualizzata con apparecchi che hanno oggi ottime efficienze).*

Entrambe le valutazioni saranno riportate approfonditamente nei successivi capitoli prettamente di pianificazione economica e di *energy saving* della parte 5 del PRIC.

In questa sezione ci si limita ad affermare che sussistono numerose possibilità di miglioramento futuro, in virtù della più elevata efficienza degli apparecchi illuminanti di nuove generazioni sia dal punto di vista del rifacimento completo degli impianti e quindi di incremento delle interdistanze fra i punti luce, sia e soprattutto in termini di riduzione delle potenze installate a parità di condizioni di luminanze ed illuminamenti.

## 3. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso

Attualmente **non sono installati impianti per la riduzione del flusso luminoso**. La valutazione dell'opportunità del loro utilizzo sarà attentamente approfondita nella parte 5 del PRIC.

### 3.3 – RILIEVI ILLUMINOTECNICI

Una delle analisi maggiormente significative effettuate sul territorio è quella riguardante il rilievo dei valori di illuminamento su alcune strade della viabilità comunale.

Questa verifica permette di accertare in modo misurato le effettive carenze dell'impianto di illuminazione comunale.

Il lavoro viene svolto per semplicità operativa attraverso l'utilizzo del luxmetro, come previsto dalle vigenti norme di buona tecnica, seguendo i seguenti criteri:

- si privilegiano le verifiche sulle direttrici principali della viabilità e i contesti urbani con particolari peculiarità e caratteri di spicco;
- i valori di illuminamento vengono suddivisi in gruppi, a ogni gruppo viene attribuita una valutazione stabilita in seguito alla comparazione dei valori rilevati con quelli previsti dalla Norma UNI 10439 (e con quelli proposti dal PRIC);
- i rilievi sono stati effettuati in più tratti di strada, generalmente rettilinei e sgombri da possibili ostacoli, nonché compresi fra due successivi sostegni facendone quindi la media. Il procedimento seguito prevede il rilievo secondo norme vigenti e per semplicità, delle schematizzazioni di seguito riportate, vengono tracciati i valori di illuminamento medio in alcuni punti significativi della carreggiata.
- La Norma UNI 10439/rev. 2000 e le successive norme sostitutive, esprimono l'illuminazione delle strade in termini di luminanze e non di illuminamento.

A tal proposito si considera che 14,5 lux corrispondono, per tipologie di asfalto in classe C2, a 1 cd/m<sup>2</sup> secondo la nota formula di conversione:  $L = E \times r / \text{Pi}$

dove si intende per: L = luminanze, E = illuminamento, r = riflettanza della specifica superficie e Pi = pi greco = 3,14.

È evidente che questo raffronto piuttosto comune, può essere fatto solo per specifiche condizioni ed è da considerare solo per una verifica indicativa delle luminanze in quanto lo strumento più adatto per la loro rilevazione è appunto il luminanzometro.

Di seguito la Tabella comparativa.

	Valori medi rilevati <b>inferiori</b> ad almeno <b>8 lux</b> rispetto a quelli previsti dalle norme	<b>Insufficiente</b>
	Valori medi rilevati <b>inferiori</b> ad almeno <b>3 lux</b> rispetto a quelli previsti	<b>Scarso</b>
	Valori medi rilevati paragonabili a quelli della classificazione <b>(+/- 2 lux)</b>	<b>Corretta</b>
	Valori medi rilevati <b>superiori</b> <b>4-5 lux</b> rispetto a quelli previsti	<b>Sovra illuminata</b>
	Valori medi rilevati <b>superiori</b> di almeno <b>10 lux</b> rispetto a quelli previsti	<b>Eccessiva</b>

I rilievi sono stati effettuati su alcune strade dell'asse urbano ritenute significative, in particolare nel centro storico sensibile anche in termini di valorizzazione, e su aree e piazze anche ad uso pedonale, e su impianti ritenuti sovra illuminati o sotto illuminati.

Il campione di strade, parchi e aree pedonali è indicativo della situazione nelle aree più critiche del territorio e serve a dare una mappatura indicativa dei livelli di illuminazione sul territorio che comunque sono mediamente piuttosto equilibrati dove infatti è carente è dove sono presenti apparecchi illuminanti obsoleti o inefficienti come in Via Donatori del Sangue, Via Battisti, Via Vittorio Emanuele ed in diversi parchi comunali.

Il campione riportato è molto limitato ma rappresentativo della tendenza dell'illuminazione del comune ci concentreremo in particolare sugli ambiti più critici (pedonali) e sulle aree del centro storico.

VIA	Applicazione	Tipo Lampada	Classe	Lx			Situazione
				Min	Max.	Med.	
Parco Pedonale delle vigne	Pedonale	Sap	S3 7.5 lx	2	12	8	Normale
Passaggio pedonale la Roccaglia	Pedonale	Sap	S3 7.5 lx	3	11	7.5	Normale
Via Liguria	Pedonale	Sap	S3 7.5 lx	1.5	15	8.5	Normale
Via San Domenico	Pedonale	Sap	S3 7.5 lx	2	12	7.5	Normale
Parco delle Nebbie	Pedonale Parco	Sap	S3 7.5 lx	1.5	18	9.0	Normale
Via Frank	Pedonale	Sap	S3 7.5 lx	0.5	6	4	Sotto illuminata

VIA	Applicazione	Tipo Lampada	Classe	Lx			Situazione
				Min	Max.	Med.	
Via San Martino	Pedonale	SAP	S3 7.5 lx	1	12	7	Sotto illuminata
Via Castello	Parco	SAP	S3 7.5 lx	2	9	7	Sotto illuminata
Via Dante	Stradale pedonale	SAP	S3 7.5 lx	1	11	6	Sotto illuminata
Via Roggia Brusca	Stradale pedonale	SAP	S3 7.5 lx	2	10	6	Sotto illuminata
Via Regina Elena	Stradale	SAP	S2-10lx ME4b	2	12	7	Sotto illuminata
Via Vittorio Emanuele	Stradale	SAP	S2-10lx ME4b	2	12	6	Sotto illuminata
Largo Donatori del Sangue	Stradale	SAP	S2-10lx ME4b	0	12	5	Sotto illuminata
Via Colleoni	Stradale	SAP	S3-7.5 lx ME5	2	11	7	Sotto illuminata
Via San Martino	Stradale	SAP	S3 7.5 lx	3	15	8.0	Normale
Via Tomenone	Stradale	SAP	S3 7.5 lx	3	15	7.5	Normale
Via Belvedere	Stradale	SAP	S3 7.5 lx	2.5	14	8.0	Normale
Via Bagnatica	Stradale	SAP	S1-15 lx ME3b	2.5	15	8.5	Sotto illuminata

Tabella 1.12 - Rilievi illuminotecnici.

I rilievi di cui alla precedente Tabella 1.12 sono stati realizzati come specificato nella norma UNI 13201 e nello specifico dopo aver definito una griglia di misura sul tracciato viario ed averne rilevato i livelli di illuminamento. Per quelli relativi ad aree è stata utilizzata come riferimento la classificazione secondo UNI EN 13201.

**IMPIANTI NUOVI:** Alcuni degli impianti di più recente realizzazione mostrano situazioni di leggera sovra illuminazione ed un ridimensionamento migliorerebbe la capacità di contenere l'incremento dei costi energetici legati all'illuminazione pubblica. In particolare si è rilevato che:

ARREDO SAP 70W (circa 150 p.l.)	Circa il 12% degli ambiti (ciclopedonali, parchi etc..) illuminati con sorgenti a vapori di sodio alta pressione da 70W sono leggermente sotto illuminati
STRADALE SAP 70W (circa 100 p.l.)	Circa l' 8% degli ambiti (strade, aree, parcheggi, etc..) illuminati con sorgenti a vapori di sodio alta pressione da 70W sono illuminati correttamente
SAP 70W (circa 200 p.l.)	Circa il 16% degli ambiti (strade, aree, ciclopedonali, etc..) illuminati con sorgenti a vapori di sodio alta pressione da 70W sono illuminati correttamente
SAP 100W (circa 500 p.l.)	Circa il 42% degli ambiti (strade, aree, ciclopedonali, etc..) illuminati con sorgenti a vapori di sodio alta pressione da 100W sono illuminati correttamente
SAP 100W (circa 250 p.l.)	Circa il 22% degli ambiti (strade, aree, ciclopedonali, etc..) illuminati con sorgenti a vapori di sodio alta pressione da 100W potrebbero essere ridimensionati con potenze inferiori

#### Soluzioni:

- i nuovi impianti se sovradimensionati, ove possibile, possono essere ridimensionati in termini di potenze (per migliorare la distribuzione dei livelli di luce sul territorio e conformare l'illuminazione ai criteri della L.r.17/00).
- Una particolare attenzione deve essere posta sulle possibili future lottizzazioni, e sugli interventi dell'attuale gestore, poiché entrambe le situazioni se non coordinate tendono a sfuggire ai controlli e da logiche di illuminazione eco-compatibile, efficace ed efficiente, introdotti con la L.R. 17/00.

#### RACCOMANDAZIONI

Qualsiasi possano essere le decisioni future da parte dell'amministrazione comunale è necessario, per un uso razionale dell'illuminazione e dell'energia, un controllo rigoroso di tutti i nuovi progetti d'illuminazione pubblica. Il controllo e la verifica sono guidati passo passo per il tecnico comunale (PARTE 2 del Piano capitolo 1).

#### PRIORITÀ

È prioritaria, nelle future installazioni, una progettazione ai livelli previsti nella classificazione del capitolo 1 (PARTE 3 del piano), per evitare sprechi e accenti nell'illuminazione pubblica di difficile gestione.



### 3.4 – QUADRI ELETTRICI

Di seguito nell'allegato 1 si riporta lo stato dei quadri elettrici rilevati sul territorio comunale.

In estrema sintesi i quadri elettrici per l'IP sono 15 di cui uno in Via albano non ancora preso in carico comune per la nuova lottizzazione che serve.

Non sono state rilevate grosse problematiche se non la necessità di intervenire su 1-2 quadri elettrici per il loro rifacimento.

Gran parte dei quadri dedicati ad illuminazione funzionale sono già gestiti da regolatori di flusso che però non vengono telecontrollati.

Le curve di calibrazione sono essenzialmente per tutti i quadri elettrici regolati con una riduzione del flusso luminoso per entrare in riduzione entro le ore 23.

Più problematica in funzione dei rilievi con il manutentore è la condizione dei cavi elettrici che in alcuni casi sono ancora misti FG7 e di tipo obsoleto.



