Comune di Berbenno di Valtellina
Provincia di Sondrio

DOCUMENTO DI ANALISI DELL'ILLUMINAZIONE ESTERNA

ing. Luca Parolini
arch. Alessandro Innocenti

Via A. Moro, 26 –Sondrio
Via Visconti, 35– Ardenno

1. CENSIMENTO E STATO DI FATTO

Revisione Settembre 2018

PARTE 1
CENSIMENTO E STATO DI FATTO

INDICE

1 – PREMESSA 3

1.1 INTRODUZIONE AL DOCUMENTO DI ANALISI DELL'ILLUMINAZIONE ESTERNA 3

a. Requisiti di Legge 3

b. Contenuti del DAIE – Documento di Analisi dell'Illuminazione Esterna 8

c. Esigenze e motivazioni 10

d. Vantaggi economici 10

2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE 12

2.1- PARAMETRI DI INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE 12

2.2- CENNI STORICI E ARCHITETTONICI 16

2.3- L'EVOLUZIONE STORICA DELL'ILLUMINAZIONE 32

2.4- VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO 35

2.5- AREE OMOGENEE 40

3 – CENSIMENTO IMPIANTI 43

3.1- ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO 43

1. Tipologie di applicazioni 44

2. Tipologia degli apparecchi illuminati 45

a. Apparecchi di tipo Stradale 47

b. Arredo Urbano 50

c. Proiettori 52

3. Tipologia di sorgenti luminose 54

4. Sostegni e linee 56

a. Condizioni dei sostegni 57

b. Linee elettriche 58

c. Condizioni dei corpi illuminanti 59

3.2- CONFORMITÀ DEGLI IMPIANTI ALLA L.R. 31/2015 60

1. Verifica emissione della luce verso l'alto e tipo di sorgenti luminose 60

a. Apparecchi stradali 60

b. Apparecchi d'arredo urbano 63

c. Proiettori 65

2. Controllo del flusso luminoso indiretto 67

3. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso 68

3.3 – RILIEVI ILLUMINOTECNICI 69

1 – PREMESSA

1.1 INTRODUZIONE AL DOCUMENTO DI ANALISI DELL'ILLUMINAZIONE ESTERNA

a. Requisiti di Legge

Attualmente la legge di riferimento in Lombardia per l'illuminazione pubblica è la L.R. 31 del 05/10/2015 "MISURE DI EFFICIENTAMENTO DEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA CON FINALITÀ DI RISPARMIO ENERGETICO E DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO."

Volendo ripercorrere la legislazione in materia di illuminazione e risparmio energetico dobbiamo fare riferimento alla prima legge regionale emanata in Italia: la L.R. 17/2000

All'inizio degli anni 2000 l'introduzione di leggi regionali che regolamentano l'illuminazione esterna pubblica e privata ha spinto i Comuni a dotarsi di strumenti urbanistici 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, specificava: *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 presentava all'entrata in vigore della suddetta legge era 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 Documento di analisi dell'illuminazione esterna 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.

<u>La nuova legge Luce</u>

Con l'emanazione della L.R. n.31 del 05/10/2015 la L.R. 17/2000 e la L.R. 38/2004 vengono abrogate e di fatto sostituite dalla nuova legge. Si è tuttora in attesa dell'emanazione del Regolamento attuativo.

L'elaborazione del nuovo testo della legge sulla pubblica illuminazione lombarda ha visto la partecipazione di diversi soggetti i quali hanno contribuito, attraverso le loro pregresse esperienze, a portare in evidenza le problematiche connesse al settore dell'ottimizzazione e dell'efficientamento del settore della pubblica illuminazione.

Il testo normativo denominato anche "Legge luce" come ben esplicitato **all'art. 1** si pone, in particolare, quale finalità il perseguimento del risparmio energetico mediante l'efficientamento e l'ammodernamento degli impianti d'illuminazione esterna nonché attraverso il contenimento dell'illuminazione artificiale, in linea con gli obiettivi di riduzione dei consumi definiti a livello comunitario dalla Direttiva 2012/27/UE del 25 ottobre 2012, recepita con il Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102. Per poter perseguire tali finalità il legislatore regionale lombardo ha dedicato particolare attenzione all'utilizzo di materiali e tecnologie che consentano di garantire

servizi ulteriori alla "semplice" illuminazione pubblica come, a titolo esemplificativo, il sistema di videosorveglianza delle aree pubbliche, la possibilità di ottenere una connessione Wi-Fi e di gestire le reti di illuminazione e gli impianti semaforici, secondo il cd. modello di "smart city".

L'art. 3 della Legge regionale definisce l'ambito di applicazione della stessa specificando che sono oggetto dell'intervento normativo tutti gli impianti e gli apparecchi di illuminazione esterna, con esclusione, in particolare, di quelli di modesta entità o temporanei e dei sistemi di segnalazione e di regolazione del traffico veicolare. Tutti i nuovi impianti d'illuminazione esterna dovranno essere progettati e realizzati in modo tale da garantire: la non dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell'orizzonte; i requisiti di prestazione energetica che verranno definiti da apposito regolamento da emanarsi a cura della Giunta regionale; i requisiti relativi alla sicurezza fotobiologica; la non alterazione del ritmo circadiano; il rispetto delle esigenze di tutela della biodiversità e i diversi equilibri biologici.
Come già anticipato è di fondamentale importanza la precisazione contenuta nell'art. 3 comma quinto ovvero che **la proprietà degli impianti deve essere necessariamente pubblica**.

L'art. 4 comma secondo demanda alla Giunta regionale il compito di definire con un successivo regolamento le norme tecniche necessarie all'applicazione della legge. In particolare il regolamento dovrà stabilire le norme tecniche riguardanti le prestazioni energetiche minime, la dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell'orizzonte, il sovradimensionamento rispetto al livello minimo di luminanza degli impianti di illuminazione, le modalità d'impiego degli impianti dedicati alle attività sportive, all'illuminazione dei monumenti, alle insegne e ad altri ambiti specifici.

L'art. 5 dispone che il **SIT (Sistema Informativo Territoriale)**, previsto ai sensi dell'art. 3 della Legge regionale n. 12/2005, venga integrato con i dati relativi agli impianti di pubblica illuminazione esterna, forniti con modalità definite con decreto del Direttore regionale competente in materia di risparmio energetico; ai sensi dell'art. 5, comma 3, i Comuni sono tenuti a fornire i dati in loro possesso alla Regione e li aggiornano, con cadenza biennale, entro il 30 aprile di ongi anno. I comuni che non forniscono i dati entro diciotto mesi dalla data di pubblicazione del decreto di cui al comma 2 saranno esclusi dai benefici economici regionali di settore, fino all'effettiva fornitura dei dati.

La Legge regionale, inoltre, prevede la sostituzione del **Piano regolatore dell'illuminazione comunale (PRIC)** con il **Documento di Analisi dell'Illuminazione Esterna (DAIE)**. Ai sensi dell'art. 6, i Comuni sono tenuti alla redazione e approvazione del DAIE definendo contestualmente le misure da attuare per l'efficientamento del sistema di pubblica illuminazione esterna ed elaborando un programma per l'acquisizione degli impianti di proprietà di soggetti terzi.

In particolare in applicazione del **DAIE**, i comuni dovranno: determinare le misure e le azioni per assicurare il miglioramento delle prestazioni energetiche degli impianti di pubblica illuminazione esterna, con conseguente riduzione dell'inquinamento luminoso; perseguire la proprietà pubblica degli esistenti impianti di pubblica illuminazione esterna di rispettiva competenza e, a tal fine, tenuto conto dei contratti in essere, quantificare le risorse economiche indicandone le modalità di reperimento, ovvero stabilire i criteri per conseguire la ricostituzione della integrale proprietà pubblica degli impianti stessi; indicare i criteri di riferimento per regolare le concessioni per la realizzazione di nuovi impianti di pubblica illuminazione esterna, assicurando comunque la proprietà pubblica degli impianti stessi; determinare le misure e le azioni per promuovere e incentivare l'utilizzo degli impianti di pubblica illuminazione esterna per la fornitura di servizi integrati mediante materiali e tecnologie complementari ai sensi dell'articolo 2,comma 1, lettera o); promuovere, ove già non prescritto ai sensi della normativa vigente, forme di gestione associata del servizio di pubblica illuminazione esterna, anche per garantirne la migliore economicità.

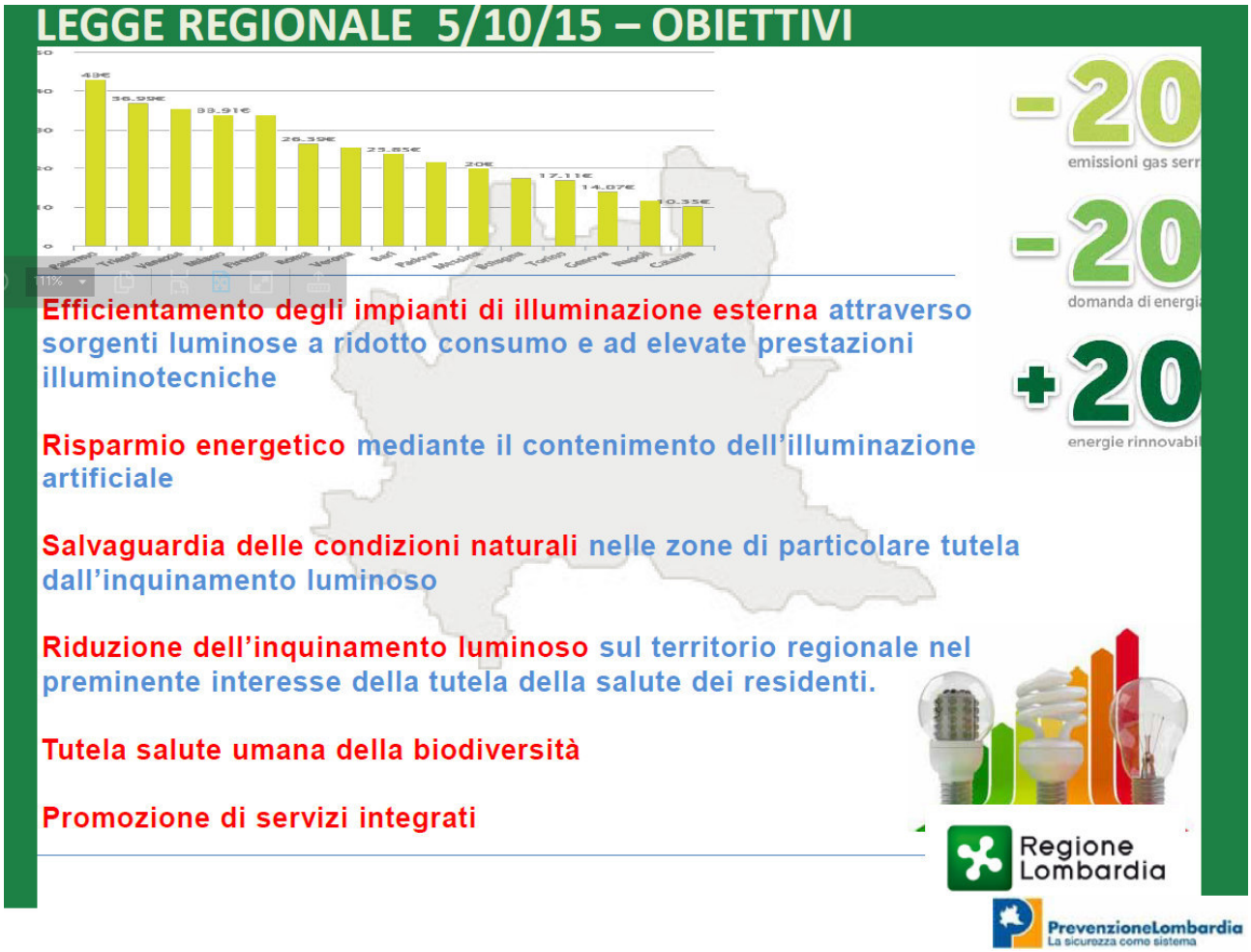
I Comuni lombardi sono altresì tenuti a definire misure e azioni per integrare gli impianti di pubblica illuminazione con tecnologie utili all'erogazione di servizi complementari, cd. Smart City. Si rileva, infine, che sono attribuiti ai Comuni compiti di controllo in materia di pubblica illuminazione esterna con possibilità di accertamento di violazioni della normativa vigente ed irrogazione delle sanzioni conseguenti. Gli eventuali costi correlati alle attività ispettive attribuite ai Comuni potranno trovare copertura dalla riscossione delle sanzioni. Ai sensi dell'art. 7, inoltre, il DAIE dovrà contenere: il censimento delle categorie illuminotecniche, dei flussi di traffico e degli indici di declassamento relativi al comparto viario presente sul territorio amministrativo; la ricognizione dello stato di fatto degli impianti di pubblica illuminazione esterna e dei dati di proprietà; la verifica della rispondenza ai requisiti normativi vigenti, con particolare riferimento agli aspetti inerenti alla sicurezza, e delle eventuali criticità; l'individuazione delle zone di particolare tutela dall'inquinamento luminoso, di cui all'articolo 9; l'identificazione delle opportunità per il miglioramento delle prestazioni energetiche degli impianti di pubblica illuminazione esterna e la riduzione dell'inquinamento luminoso; l'individuazione della tempistica e delle modalità per perseguire la proprietà pubblica degli impianti esistenti di pubblica illuminazione esterna, tenuto conto dei contratti in essere, ai sensi dell'articolo 6, comma 2, lettera b); l'identificazione delle opportunità per la realizzazione di linee di alimentazione dedicate per gli impianti di pubblica illuminazione esterna; l'individuazione della tempistica e degli interventi programmati per l'implementazione degli impianti di pubblica illuminazione esterna per l'erogazione di servizi integrati mediante materiali e tecnologie complementari; l'identificazione di modalità per la gestione associata del servizio di pubblica illuminazione esterna, ai sensi dell'articolo 6, comma 2, lettera e).

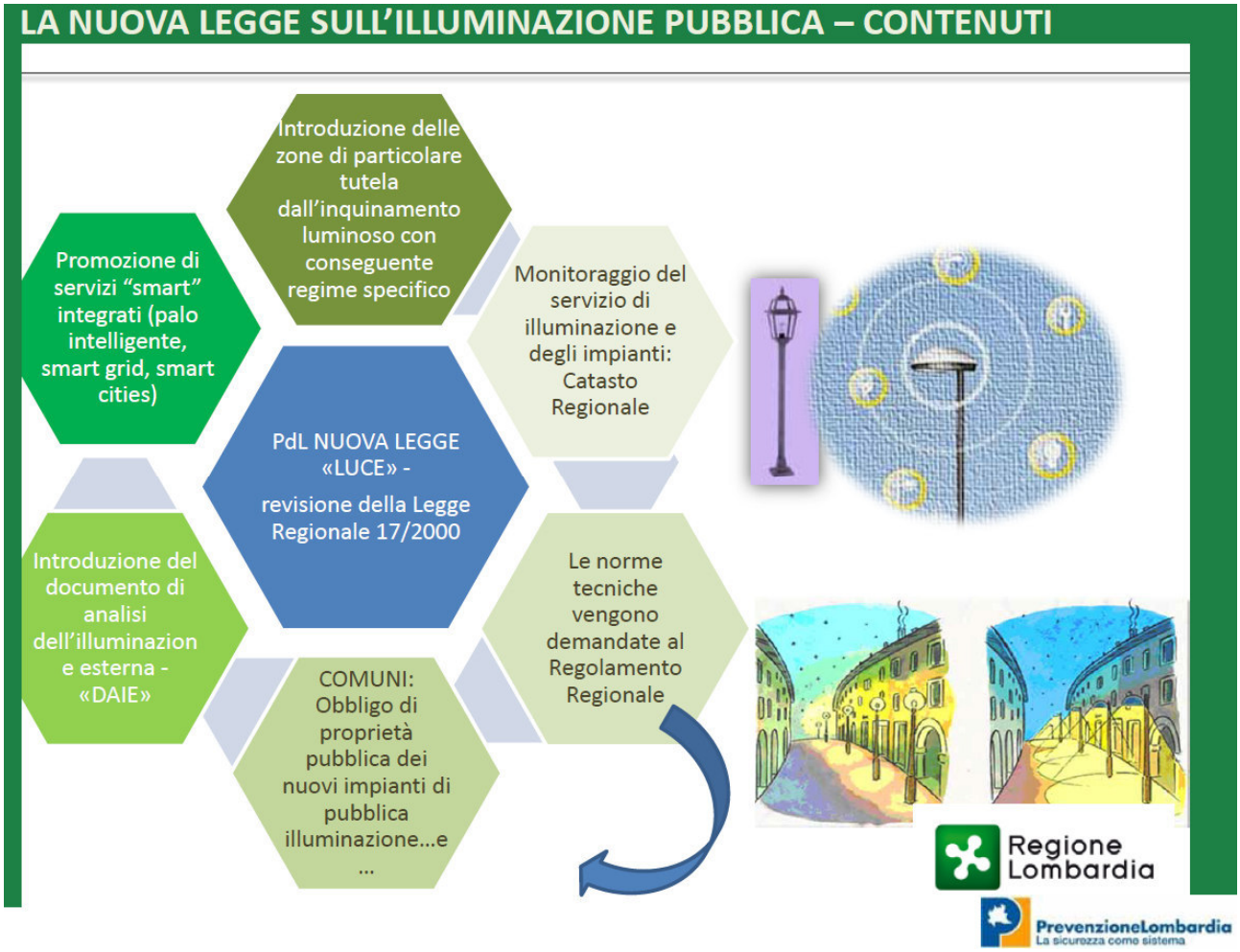
Il **DAIE** dovrà essere approvato entro due anni dalla data di entrata in vigore del regolamento di competenza della Giunta, pena l'esclusione dai benefici economici regionali di settore. Ai sensi dell'art. 8, i gestori degli impianti di pubblica illuminazione sono tenuti a comunicare i dati in loro possesso necessari ad integrare il

Sistema Informativo Territoriale mentre l'art. 9 pone l'attenzione sulle misure da attuare per le zone di particolare tutela dall'inquinamento luminoso.

L'art. 10 definisce le sanzioni, la cui irrogazione e riscossione sono di competenza dei Comuni, mentre **l'art. 11** "Norme transitorie e finali" sancisce, in particolare, la vigenza di alcune disposizioni fondamentali della Legge regionale lombarda n. 17/2000 sino alla data di pubblicazione del Regolamento previsto all'articolo 4 e alla redazione dei DAIE, al fine di evitare un vuoto normativo.

Si riportano alcune slides significative riprese dagli atti del convegno *Lombardia Smart* tenutosi a Milano il 29 gennaio 2016





b. Contenuti del DAIE – Documento di Analisi dell'Illuminazione Esterna

In attesa dell'emanazione del Regolamento attuativo della L.R. 31/05/2015, i contenuti del DAIE sono descritti nell'Art. 7 della nuova L.R. 31/2015

Ha la funzione di fotografare la situazione territoriale e in seguito di organizzare e ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica, nel pieno rispetto della succitata legge.

Scopo principale del DAIE è tra l'altro l'adeguamento normativo degli impianti di illuminazione pubblica di diretta competenza del Comune, dal punto di vista della sicurezza e delle prestazioni propriamente elettrotecniche, nonché dal punto di vista della rispondenza normativa per quanto riguarda le prestazioni illuminotecniche. In tale ambito si inserisce anche l'esigenza, richiamata dalle normative comunitarie, nazionali e regionali, di ridurre i consumi e di ottenere maggiore efficienza energetica, pur garantendo le necessarie prestazioni in termini di sicurezza, come individuati dalla normativa tecnica di settore.

Art. 7. (Documento di analisi dell'illuminazione esterna - DAIE)

1. Al fine di individuare le potenzialità di intervento sul sistema di impianti di illuminazione pubblica e per conseguire un adeguato risparmio energetico e la riduzione dell'inquinamento luminoso, il DAIE contiene i seguenti elementi:

a) censimento delle categorie illuminotecniche, dei flussi di traffico e degli indici di declassamento relativi al comparto viario presente sul territorio amministrativo; ricognizione dello stato di fatto degli impianti di pubblica illuminazione esterna e dei dati di proprietà; verifica della rispondenza ai requisiti normativi vigenti, con particolare riferimento agli aspetti inerenti alla sicurezza, e delle eventuali criticità;

b) individuazione delle zone di particolare tutela dall'inquinamento luminoso, di cui all'articolo 9;

c) identificazione delle opportunità per il miglioramento delle prestazioni energetiche degli impianti di pubblica illuminazione esterna e la riduzione dell'inquinamento luminoso;

d) individuazione della tempistica e delle modalità per perseguire la proprietà pubblica degli impianti esistenti di pubblica illuminazione esterna, tenuto conto dei contratti in essere, ai sensi dell'articolo 6, comma 2, lettera b);

e) identificazione delle opportunità per la realizzazione di linee di alimentazione dedicate per gli impianti di pubblica illuminazione esterna;

f) individuazione della tempistica e degli interventi programmati per l'implementazione degli impianti di pubblica illuminazione esterna per l'erogazione di servizi integrati mediante materiali e tecnologie complementari;

g) identificazione di modalità per la gestione associata del servizio di pubblica illuminazione esterna, ai sensi dell'articolo 6, comma 2, lettera e).

2. Il DAIE è approvato entro due anni dalla data di entrata in vigore del regolamento di cui all'articolo 4, comma 2, o, per i soli comuni dotati di piano dell'illuminazione di cui all'articolo 1 bis, comma 1, lettera c), della legge regionale 27 marzo 2000, n. 17 (Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso), entro cinque anni dalla pubblicazione nel BURL dello stesso regolamento.

3. Il DAIE è aggiornato al fine di tenere conto di significative variazioni della consistenza degli impianti di illuminazione esterna e dell'affermarsi di nuove tecnologie che possono impattare sulla progettazione, manutenzione e gestione degli impianti stessi, nonché dell'evolversi della conoscenza scientifica sugli effetti dell'inquinamento luminoso sulla salute, sugli esseri viventi e sugli ecosistemi.

4. I soli comuni provvisti del DAIE o del piano dell'illuminazione, efficace ai sensi dell'articolo 11, comma 1, possono ottenere i benefici economici regionali di settore.

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.
m) incentivare interventi di smart city

d. Vantaggi economici

Poiché la 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 una pianificazione orientata 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 sorgenti 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.

2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1- PARAMETRI DI INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE

Berbenno di Valtellina è un comune di 4246 abitanti (dati ISTAT 01/01/2015) e ha una superficie di 35,70 km^2, per una densità abitativa di 119 abitanti per chilometro quadrato.

Berbenno di Valtellina, è composto da un centro abitato principale nei dintorni del municipio e da altre frazioni (Polaggia, San Pietro, Regoledo, Foppa, Pedemonte, Monastero e Maroggia), alcune delle quali "confinanti" con il nucleo principale, altre dislocate lungo il fondovalle o lungo il versante della montagna.

Polaggia è la frazione del comune che conta il maggior numero di abitanti, circa 1500. Possiede un borgo antico composto da case in pietra e strette vie interne.

San Pietro, con circa 900 abitanti, è situata nel fondovalle (è la frazione situata a minore altitudine: 271 m s.l.m.) lungo la sponda destra orografica del fiume Adda. La frazione è lambita dalla S.S. 38 dello Stelvio e dalla ferrovia. Nella frazione si trova la stazione ferroviaria a servizio anche dei comuni limitrofi di Fusine, Colorina e Cedrasco.

Le altre frazioni hanno un numero di abitanti che non supera le trecento unità ciascuno. Monastero è situata a circa 650 m s.l.m.. Il nome deriva dal grande monastero costruito nel 1600, tuttora adibito ad uso privato.

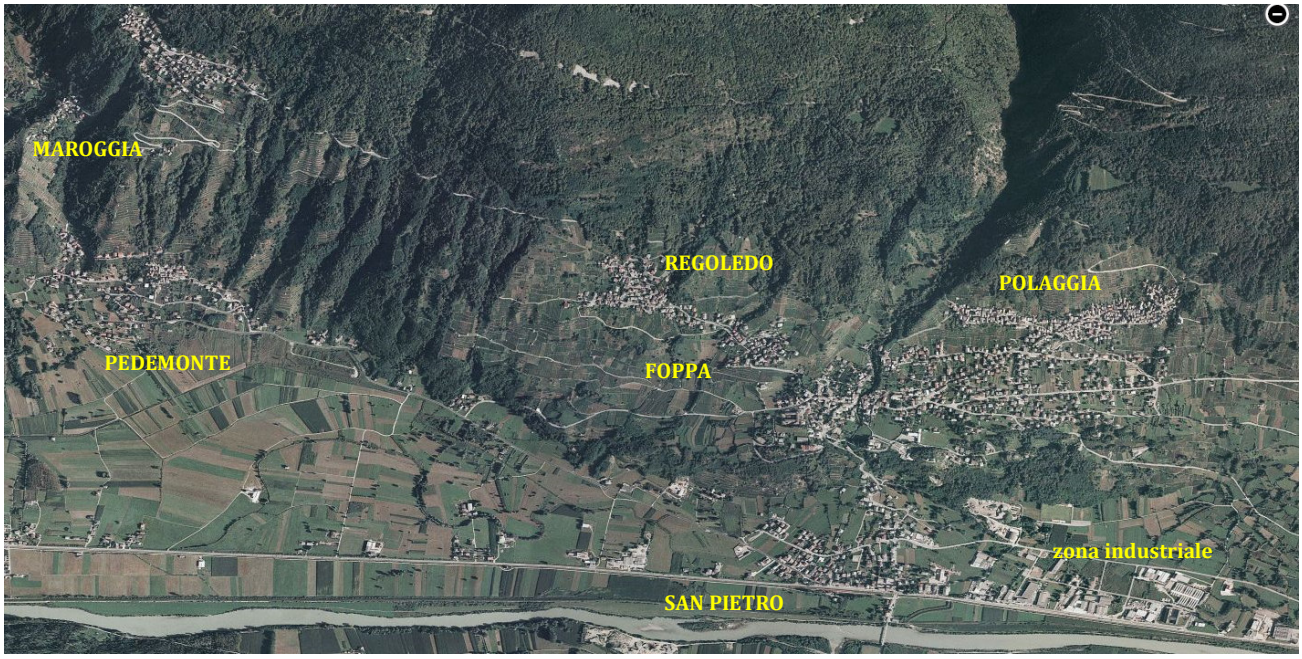


Figura 2.1 – Veduta ibrida da satellite dei principali agglomerati urbani di Berbenno di Valtellina

Il Comune confina con Buglio in Monte, Cedrasco, Colorina, Fusine, Postalesio, Ardenno.

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

Il territorio di Berbenno di Valtellina è attraversato a sud dalla S.S. 38 dello Stelvio, che condiziona il traffico dell'intera valle. Il nucleo centrale di Berbenno è collegato alle frazioni di Polaggia e San Pietro dalla strada provinciale 14, mentre da San Pietro, in direzione Pedemonte, sul lungo valle corre la strada provinciale 12, meglio nota come "Valeriana". Tutti i centri abitati sono caratterizzati da un traffico prevalentemente locale.

Le vie di percorrenza secondarie del territorio, che si trovano completamente immerse nella natura, il ridotto traffico automobilistico, ad esclusione della S.S. 38 e della S.P. 12, unitamente all'estensione del territorio stesso che si inerpica sul pendio della montagna, sono fattori caratterizzanti l'illuminazione e costituiscono il primo dei parametri di influenza della stessa. L'illuminazione dovrà quindi essere progettata in funzione delle reali necessità di conservazione e salvaguardia del territorio in ossequio alle normative vigenti e alla possibilità dello sviluppo urbanistico futuro.

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

Il clima è quello tipico alpino del fondovalle con basse temperature d'inverno. Il territorio è molto variegato e interamente disposto sul versante sud delle alpi retiche dove in estate si raggiungono anche temperature elevate.

I 35,7 km quadrati del territorio comunale si stendono sul versante retico della media Valtellina, innalzandosi dal fondovalle, dove si trova la frazione di S. Pietro, sulla ss. 38 dello Stelvio a circa 10 km ad ovest di Sondrio (m. 271), fino al punto di massima elevazione costituito dalla punta centrale dei Corni Bruciati, sulla testata della Valle del Caldenno (m. 3114), anche se il punto più a nord è costituito dalla punta settentrionale dei Corni Bruciati (m. 3097), leggermente a nord-est della prima.

Il nucleo centrale si trova leggermente a monte rispetto a S. Pietro, ad una quota compresa fra i 370 ed i 400 metri. Ai suoi lati, leggermente a monte, le frazioni di Polaggia (est) e Regoledo (ovest). A sud il confine del comune, che lo separa da Fusine e Colorina, segue il fiume Adda, da est ad ovest, dal ponte di Cedrasco fino alla frazione della Piana di Selvetta (esclusa).

L'orografia è caratterizzata da scoscese pendici che portano del fondovalle sino alle cime boschive, queste ultime raggiungibili anche tramite strade rurali e sentieri oggetto anche di frequentazione da parte dei numerosi turisti.

Le strade difficilmente presentano dei lunghi tratti rettilinei, ad esclusione di quelle poche poste in zona pianeggiante (la S.S. 38, la S.P. 12, le vie della zona industriale-artigianale), e sono spesso adeguate alla complessa orografia; per questo motivo **il territorio non potrà essere illuminato con continuità**, ma solo intervenendo nelle situazioni critiche e nei centri urbani con una illuminazione molto "diluita" e limitata anche per la salvaguardia dell'ambiente.

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

Il Comune di Berbenno di Valtellina fa registrare (statisitiche ISTAT – fonte Wikipedia) un incremento medio costante della popolazione dal 1860 ai giorni nostri.

Negli ultimi quindici anni questo trend è stato mantenuto ad eccezione di un picco negli anni 2008-2009.

I grafici seguenti mostrano gli andamenti demografici sopra descritti

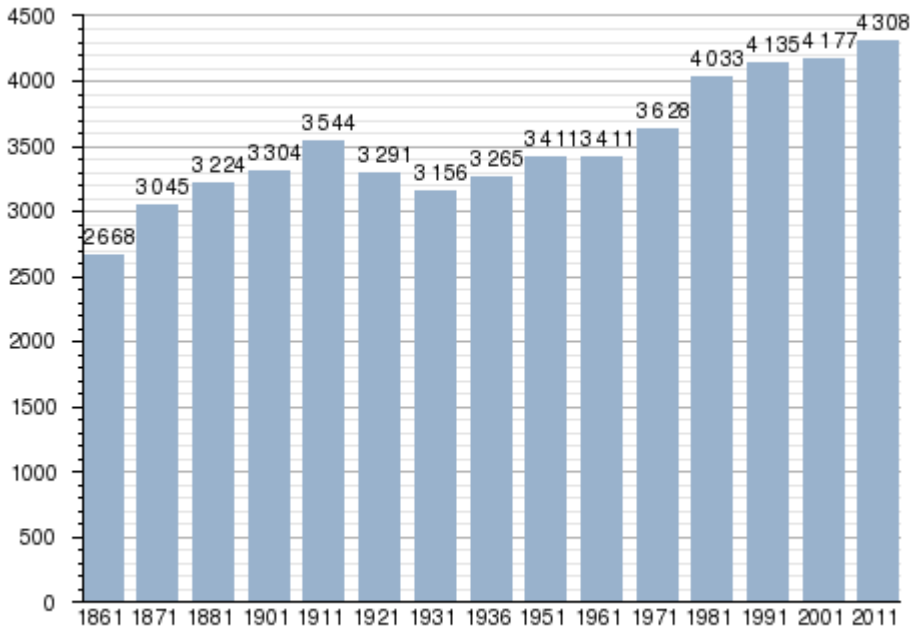


Figura 2.2 – Crescita demografica dal 1861 al 2011

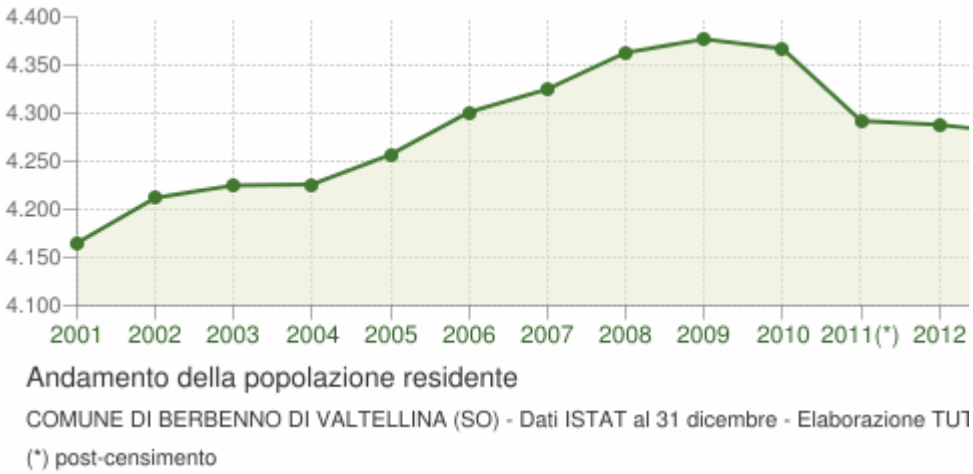


Figura 2.3 – Crescita demografica dal 1861 al 2011

Si riporta sotto la distribuzione della popolazione residente nel comune di Berbenno di Valtellina in base all'età anagrafica relativa agli anni che vanno dal 2002 al 2015

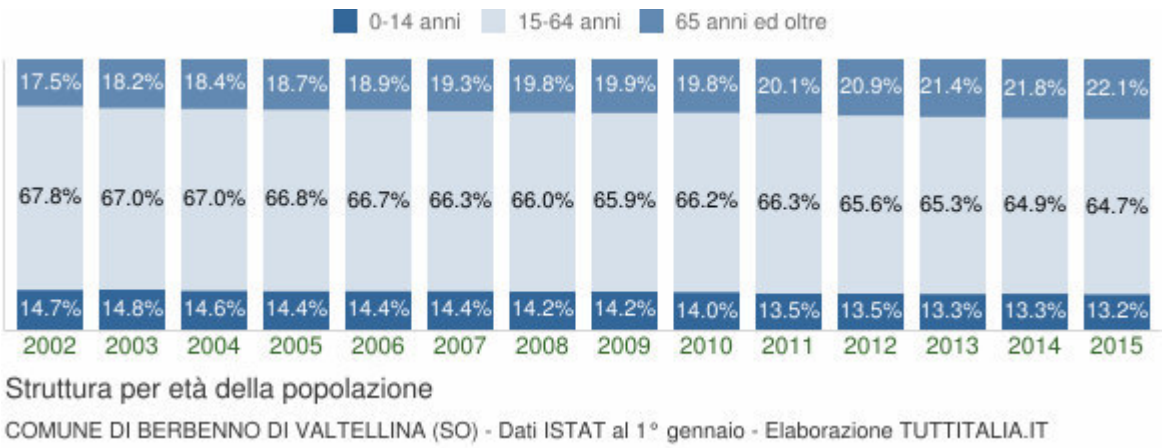


Figura 2.4 – Struttura per età della popolazione

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 favorite da una riduzione dei fenomeni di abbagliamento che riducono pesantemente le capacità visive notturne.

Nello specifico si rileva nel grafico di fig. 1.4 che la quota di popolazione di anni 65 o superiori sta sensibilmente aumentando in questi ultimi quindici anni. Nel grafico di fig. 15 viene invece visualizzata la situazione all'anno 2015 dove il 13,2% della popolazione ha fra 0 e 14 anni, il 64,7% fra 15 e 64 anni, e infine una porzione non trascurabile del 22,1% ha un'età superiore o uguale a 65 anni. Si rivela così importante un'illuminazione più gradevole, con ridotti sbalzi di intensità luminosa e con limitati abbagliamenti.

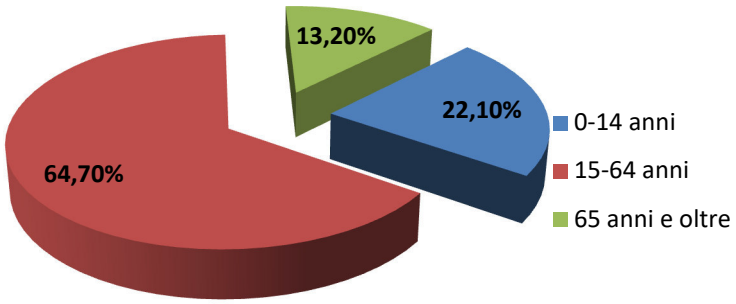


Figura 2.5 – Distribuzione per età della popolazione comunale

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

Risultano insistere sul territorio del comune numerose attività industriali. Il tessuto urbano presenta infatti una estesa zona sede di insediamenti produttivi di tipo artigianale e industriale. Si tratta della porzione di territorio di fondovalle che confina a est con Postalesio. La zona risulta sede di impianti di illuminazione pubblica a norma.

Figura 2.6 – Zona artigianale-Industriale di Berbenno di Valtellina

Sia l'orografia del territorio comunale, sia lo sviluppo demografico, sia ancora lo sviluppo delle attività artigianali, 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- CENNI STORICI E ARCHITETTONICI

Cenni Storici

Berbenno di Valtellina è uno dei più antichi nuclei del versante retico mediovaltellinese ad ovest di Sondrio. L'origine stessa del nome, probabilmente etrusca, lo testimonia. Alcuni studiosi fanno risalire la nascita del nucleo alla dominazione romana e pensano che in origine Berbenno fosse un campo fortificato romano.

La riorganizzazione territoriale nel medioevo cristiano era centrata sulle pievi o chiese battesimali, nelle quali gli arcipreti sorvegliavano i sacerdoti delle chiese minori. Intorno al Mille il territorio compreso fra i torrenti Davaglione (Montagna in Valtellina) e Masino (Ardenno) era diviso nelle tre pievi di Sondrio, Berbenno ed Ardenno. La Pieve di Berbenno ebbe, fino al secolo XV, un ruolo rilevante nella gestione di un territorio che comprendeva anche gli attuali comuni di Colorina e Fusine.

Accanto ad esse rimanevano i "pagi", cioè le antiche comunità agricole preromane, e si erano costituite, nei secoli precedenti, le "corti", territori sottratti ai pagi ed alle pievi in seguito all'invasione dei Longobardi (cui

subentrarono i Franchi), possesso della nuova aristocrazia guerriera di matrice germanica. Corti e pievi promossero la costruzione delle numerose fortificazioni (castelli) che sono parte integrante del paesaggio medievale. A Berbenno il Castello di Roccascissa (sec. XI), costruito sull'omonimo bastione roccioso (in posizione ideale per difendersi da alluvioni e scorrerie, ma anche per avvistare movimenti di armati), del quale oggi restano solo poche tracce, costituì il primo nucleo del sistema difensivo che, nei secoli XIII e XIV, venne completato con la costruzione della Torre dei Capitanei (che è ancora visibile nel centro di Berbenno) e del castello di Mongiardino (di cui resta solo l'annessa chiesetta di S. Gregorio). Presso il Castello di Roccascissa sorse, poi, in epoca romanica (sec. XII), il primo nucleo della Chiesa di Santa Maria Assunta, poi ricostruita nel Seicento dopo le devastazioni subite nella prima metà del secolo dopo la ribellione cattolica contro i Grigioni del 1620, nel contesto della Guerra dei Trent'Anni. Solo nel 1761, però, essa acquisì i diritti di pieve: fino ad allora la chiesa principale era stata la basilica di S. Pietro al piano, costruita in corrispondenza dell'antichissimo ponte in legno che consentiva di passare da un lato all'altro del fiume Adda.

Nel 1512 iniziarono i quasi tre secoli di dominio delle Tre Leghe Grigie sulla Valtellina.

La prima metà del Seicento fu, per l'intera Valtellina, un periodo nero. La tensione fra protestanti, favoriti dalle autorità grigioni, e cattolici crebbe soprattutto per le conseguenze del decreto del 1557, nel quale Antonio Planta stabilì che, dove vifossero più chiese, una venisse assegnata ai protestanti per il loro culto, e dove ve ne fosse una sola venisse usata a turno da questi e dai cattolici.

Nel 1618 era scoppiata la Guerra dei Trent'anni (1618-1648), nella quale la Valtellina, avendo una posizione strategica di nodo di comunicazione fra i territori degli alleati Spagna (milanese) ed Impero Asburgico (Tirolo), venne percorsa dagli eserciti dei fronti opposti, quello imperiale e spagnolo da una parte, quello francese e dei Grigioni, dall'altra.

La comunità protestante di Berbenno fu duramente colpita dalla caccia all'eretico scatenata durante la rivolta cattolica del 1620 (il sacro macello).

Il sacro macello fu una strage condotta da un gruppo di cattolici ai danni della popolazione riformata, avvenuta in Valtellina nel luglio 1620, nel contesto di una rivolta filospagnola contro la Repubblica delle Tre Leghe che allora controllava il territorio valtellinese.

In questa azione si stima che vennero uccise tra le quattrocento e le seicento persone, tutte di confessione protestante e quasi tutte di origine valtellinese.

La reazione delle Tre Leghe non si fece attendere: corpi di spedizione scesero dalla Valchiavenna e dalla Valmalenco. Il primo venne però sconfitto al ponte di Ganda e costretto a ritirarsi al forte di Riva. La battaglia di Tirano provvisoriamente la Valtellina dalla loro signoria, ma un'alleanza fra Francia, Savoia e Venezia, contro la Spagna, fece nuovamente della valle un teatro di battaglia. Morbegno venne occupata nel 1624 dal francese marchese di Coeuvres, che vi eresse un fortino denominato "Nouvelle France". Le vicende belliche ebbero provvisoriamente termine con il trattato di Monzon (1626), che faceva della Valtellina una repubblica quasi libera, con proprie milizie e governo, ma soggetta a un tributo nei confronti del Grigioni.

Il successivo nefasto passaggio dei Lanzichenecchi, scesi dalla Valchiavenna per partecipare alla guerra di Successione del Ducato di Mantova, portò con sé la più celebre delle epidemie di peste, descritta a Milano dal Manzoni, quella del biennio 1630-31 che ridusse la popolazione della valle da 150.000 a 39.971.
La seconda metà del seicento ed il settecento videro un complessivo miglioramento della situazione ed una ripresa demografica, che interessò anche Berbenno.
Nel 1797, sul finire del secolo, terminò anche la dominazione delle Tre Leghe sulla valle, dopo la bufera scatenata sull'Europa dalle guerre napoleoniche.
Fu in generale, una svolta importante per l'intera valle, perché il periodo della dominazione francese rappresentò, l'inizio di una crisi senza ritorno, legata alla cancellazione di quei margini di autonomia ed autogoverno per Valtellina e Valchiavenna riconosciuti durante i tre secoli di pur discutibile e discussa signoria delle Tre Leghe Grigie.
Cadde, poi, anche Napoleone e la Valtellina, nel Regno lombardo-veneto, fu assegnata all'impero asburgico.
In base alla compartimentazione territoriale del Regno lombardo-veneto, del 1816, il comune di Berbenno con Pedemonte e Monastero fu inserito nel distretto I di Sondrio; Berbenno e Pedemonte, con Monastero, tennero però distinti i singoli patrimoni. Nel 1853 Berbenno, con le frazioni Pedemonte con Monastero, Regoledo e Polaggia, era comune con consiglio comunale senza ufficio proprio e con una popolazione di 2.417 abitanti, sempre inserito nel distretto I di Sondrio.
Alla proclamazione del Regno d'Italia, nel 1861, Berbenno contava 2668 abitanti.
Nel 1914 si registra un importante evento per la comunità: la ditta Picolli costruisce due elettrodotti da 8000 Volt che dalla Centrale idroelettrica del Masino (servita dal bacino fra Pioda e Piazzalunga), della Società Idroelettrica Italiana, porta l'energia elettrica alle cabine di trasformazione di Berbenno e Dazio, servendo i centri di Dazio, Masino, Ardenno, Villapinta, Buglio, Pedemonte, Regoledo e Berbenno.
I due decenni successivi alla prima guerra mondiale segnarono una flessione demografica (3291 abitanti nel 1921 e 3156 nel 1931), con lenta ripresa negli anni Trenta (3265 abitanti nel 1936).
Costante la popolazione negli anni cinquanta (3411 abitanti nel 1951 e nel 1961), prima di un nuovo periodo di crescita demografica (a vantaggio, però, del centro di Berbenno, ed a discapito dei nuclei di mezza costa come Monastero), che porta gli abitanti a 3628 nel 1971, 4033 nel 1981, 4135 nel 1991, 4177 nel 2001 e 4225 nel 2005.

Cenni Architettonici e Artistici

Centro storico

Dal fondovalle è chiaramente visibile in tutta la sua maestosità l'imponente complesso della chiesa arcipretale di Santa Maria Assunta, menzionata già nel XIII secolo. Essa subì nel corso dei secoli ricostruzioni e rifacimenti. Un seicentesco portale marmoreo e un porticato a quattro arcate conducono al portone d'ingresso con ricca decorazione a intaglio, sormontato da un affresco raffigurante la Vergine Assunta.

Fig. 2.7 – Chiesa arcipretale di Santa Maria Assunta

Sul fronte spoglio risalta il rosone ovale. L'interno della chiesa a navata unica con cupola centrale e sei cappelle laterali è impreziosito dagli arredi: la monumentale cassa dell'organo nella controfacciata e i pregevoli stalli corali realizzati da Giovanni Schmidt di Lipsia nel 1648.

Contiguo alla chiesa è l'edificio della canonica. Nel vano delle scale, dopo l'androne, corrono gli stemmi gentilizi e le epigrafi degli arcipreti che si succedettero a Berbenno. Sul lato sud del cortile interno si scolora un orologio solare ad ore italiche, la cui datazione presumibile rimanda alla seconda metà del XVII secolo

Fig. 2.8 - Portone ingresso Chiesa

Fig. 2.9 – Canonica

Fig. 2.10 – Canonica

Fig. 2.11 – Canonica

Fig. 2.12 – Canonica

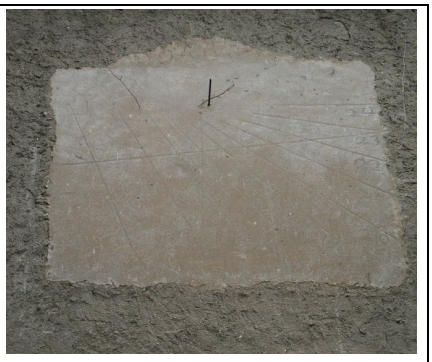


Fig. 2.13 –Orologio solare

Via Della Chiesa sale verso il centro dell'abitato e ci conduce in Piazza, dove ha sede l'edificio comunale. Sulla destra si affaccia la cinquecentesca casa Negri. Dalla piazza, imboccando Via Roma, si trova un cortiletto interno dove persistono tracce di una vecchia osteria ombreggiata da un pergolato.

Fig. 2.13 – Casa Negri

Fig. 2.14 – Antica osteria

Attraversato il ponte sul torrente Finale, ci fronteggia casa Ponsibio, già palazzo Odescalchi, addossata alla torre medievale dei Capitanei. Una larga decorazione pittorica fascia la parte sottotetto.

Fig. 2.15 – Palazzo Odescalchi

Fig. 2.16 – Palazzo Odescalchi

Fig. 2.17 – Torre dei Capitanei

Fig. 2.18 – Palazzo Odescalchi

Fig. 2.18 – Torre dei Capitanei

Fig. 2.19 – Stemma Odescalchi

La breve via Innocenzo XI, che ricorda Benedetto Odescalchi papa dal 1676 al 1689, si collega con via Crotti; lungo il percorso una pittura muraria datata 1896 descrive la Sacra Famiglia: la Madonna, san Giuseppe, Cristo fanciullo e lo Spirito Santo che sotto forma di colomba irradia la luce sul figlio; in alto Dio Padre con il triangolo, simbolo della perfezione. I santi sono estremamente reali nella resa del volto e degli abiti.

Fig. 2.20 – Sacra Famiglia in Via Innocenzo XI-Via Crotti

In via Crotti lungo il torrente Finale sorge il palazzo di abitazione della famiglia Parravicini, antica famiglia nobiliare Valtellinese E' presente un cortile con loggiato ad archi su pilastri. Spicca sulla facciata uno stemma affrescato composito decorato a fogliami e arricchito da un fregio con una maschera antropopaica volta a proteggere la casa dagli spiriti maligni. Tra gli scudi nobiliari si riconosce quello della famiglia Parravicini; lo stemmario è cimato alle estremità da due candidi cigni e al centro da una figura femminile carica del motto dell'illustre famiglia Guicciardi di Ponte: Succumbat Virtuti Fraus.

Fig. 2.21 – Casa Parravicini

Fig. 2.22 – Casa Parravicini

Fig. 2.23 – Stemma gentilizio

In cima alla via Crotti vi è l'antica dimora estiva del canonico. Sopra il portale d'ingresso l'edificio illustra, tra finte architetture e sfondati, la Vergine Assunta in cielo con gli angeli. L'ottima fattura del dipinto, datato 1709, riconduce al pennello di Pietro Bianchi da Como, detto il Bustino.

Fig. 2.24 – Ingresso Canonica estiva

Fig. 2.25 – Particolare affresco

In Via Garibaldi vi è il palazzo storico Moncecchi. Sul fronte di casa Moncecchi una cornice mistilinea a finto marmo e pietra racchiude la scena della Trinità che incorona la Vergine Assunta; in primo piano si identificano san Giuseppe con il bastone di mandorlo fiorito e san Pietro con le chiavi; al centro tra i due santi un paesaggio collinare. All'interno dell'abitazione si allarga un vasto cortile con loggiato ligneo e interessanti strutture murarie.

Fig. 2.26 – Incoronazione della Vergine – Casa Moncecchi

All'interno dell'abitazione si allarga un vasto cortile con loggiato ligneo e interessanti strutture murarie

Fig. 2.27 – Casa Moncecchi	*Fig. 2.28 – Casa Moncecchi*	*Fig. 2.29 – Casa Moncecchi*

Fig. 2.30 – Casa Moncecchi	*Fig. 2.31 – Casa Moncecchi*	*Fig. 2.32 – Casa Moncecchi*

Al n. 61 di Via Garibaldi la facciata dell'abitazione tinteggiata di rosso (oggi scolorito) si apre con un portalino datato 1577, con rosoncini sui piedritti e alle estremità dell'architrave; il disco-patena e le iniziali suggeriscono il nome dell'antico proprietario Battista Parravicini. Nei pressi è casa Sassi de Lavizzari, con un imponente portale. La via san Benigno scende fiancheggiando un edificio con portale bugnato a cuscino realizzato in conci di diverse dimensioni, alcuni emergenti dalla ghiera dell'arco. Interessante portale seicentesco in via Rondanini con i conci geometrici che formano un semiesagono, inquadrati in una struttura quadrangolare.

Lungo Via S. Benigno casa Piccioli, in località Palasio: sul fronte nord, sotto quattro piccole aperture rotonde, corre una decorazione a fresco del tardo Cinquecento con motivi a scacchi in tonalità bianco grigio; due finestre al primo piano sono arricchite da elementi romboidali su una gamma cromatica di rosa e di verde. Nei pressi di questa contrada, in zona panoramica chiamata il Dosso si nascondono pochi ruderi dell'antico castello turrito di Roccascissa.

Fig. 2.33 – Palazzo Piccioli	*Fig. 2.34 – Palazzo Piccioli*	*Fig. 2.35 – Palazzo Piccioli*

L'edificio dalle belle proporzioni è situato all'inizio del paese, nel centro storico di Berbenno. È caratterizzato dalla presenza di una corte aperta cintata da alte mura in pietra a vista merlate, con portale d'ingresso ad arco in pietra. Anticamente era un convento di frati ed è caratterizzato da saloni a volta affrescati e da un locale rivestito in legno. Di impianto ancora medievale, ha subito modifiche nel corso dei secoli, soprattutto nella parte alta (XVI secolo). L'edificio si distingue prevalentemente per la presenza di decorazioni sulla facciata, realizzate con al tecnica dell'affresco e del graffito, che definiscono le cornici delle finestre, con motivi geometrici e floreali, di stampo cinquecentesco. Vi sono inoltre degli oculi in corrispondenza del sottotetto, anch'essi caratterizzati da decorazioni a graffito. Con la stessa tecnica sono stati realizzati i conci ad angolo e le fasce marcapiano. Anticamente le decorazioni rivestivano completamente la facciata, ma ora sono solo parzialmente leggibili per il dilavamento dovuto agli agenti atmosferici. Le strutture orizzontali interne e le scale sono state interamente rifatte, alterando la tipologia originaria e il sistema distributivo dei locali interni. Fortunatamente le strutture verticali esterne sono rimaste inalterate, rendendo possibile la lettura della struttura. In corrispondenza del prospetto est sono state realizzate nuove aperture, mentre sul lato sud è tuttora in corso un ampliamento che ha alterato la proporzione e la visione di insieme dell'edificio.

S.Pietro

L'antica chiesa plebana si presenta con una semplice facciata a capanna scandita da lesene. Il portale d'ingresso, datato 1563 e sostenuto da due piedistalli con le figure dei santi Pietro e Paolo, è un trionfo di decorazioni, un mirabile rincorrersi di grottesche, figure, maschere antropomorfe e candelabre. L'interno si rivela in tutta la sua grandiosità per l'eleganza delle linee, delle forme e delle proporzioni. La chiesa fu edificata nel secolo X, ristrutturata e ampliata negli anni 1570, 1590 e 1880, fu consacrata nel 1614.

Fig. 2.36 – Chiesa di San Pietro – edificata nel X secolo

Regoledo

La chiesa parrocchiale dedicata a sant'Antonio e santa Maria Maddalena fu edificata nella prima metà del XX secolo, con l'abside rivolta a ovest. Una ricerca progettuale insolita evidenzia un arco addossato alla facciata, un frontone triangolare, un rosone e superiormente monofore aperte. Percorrendo la via XXV Aprile in direzione est si giunge al nucleo antico del paese, nelle vecchie contrade dove le case si stringono attorno a rustici cortili e conservano interessanti elementi architettonici come archi litici, portoni lignei, lavatoi in pietra. Sui tetti grigi si innalza il bianco campanile a pianta quadrata della primitiva chiesa dedicata a sant'Antonio, ora abbandonata. Sul fronte logoro e scrostato riemergono tracce pittoriche che farebbero pensare alla figurazione di una suggestiva "danza macabra", accompagnata da segni graffiti di orazioni.

Fig. 2.37 – Chiesa si S. Antonio Abate

Fig. 2.38 – Vecchia Chiesa di S. Antonio Abate

Pedemonte

La vecchia canonica di Pedemonte si trovava nell'attuale via Gatti, dove un edificio ristrutturato conserva sulla scala d'accesso un prezioso affresco quattrocentesco: circondata da una larga fascia a vivaci tinte cromatiche, la scena descrive la Vergine in trono avvolta in un manto dorato decorato di fiori e profilato di perle; l'abito rosso scende morbido a terra in panneggi ondosi, nascondendole i piedi. Il Bambino è ritto sul ginocchio destro. San Rocco, negli abiti del pellegrino con bordone, mantello e bisaccia, indica sulla gamba denudata la rossa piaga della peste. Sulla casa attigua appaiono bizzarri segni geometrici e cruciformi a sanguigna.

Fig. 2.39 – Affresco quattrocentesco a Pedemonte

Anche in via Del Pino, se pure poco visibile dalla strada perché sul fronte di una casa con cortile e cinta da giardino, si può ammirare un'altra pregevole opera pittorica. Un'inquadratura architettonica sorretta da lesene fa da fondale ai personaggi in primo piano a mezza figura come fossero al balcone: la Vergine, con aureola e corona in capo, ha una sciarpa bianca striata di rosso sopra il manto profilato di perle; il suo sguardo attento e grave è volto al Bambino che sta allattando e che si aggrappa con la piccola mano destra al suo vestito; è frutto di un raffinatissimo chiaroscuro l'incarnato leggermente acceso delle sue gote. Sant'Antonio abate è solenne, con il volto allungato e incorniciato da una lunga barba bianca ondulata.

Fig. 2.40 – Affresco via del Pino	*Fig. 2.41 – Affresco via del Pino*	*Fig. 2.42 – Affresco via del Pino*

La chiesa parrocchiale, dedicata a san Bartolomeo apostolo e protettore dei tosatori, fu edificata intorno alla metà del secolo XIV, ristrutturata e ampliata nel 1618, 1720 e 1920, fu istituita parrocchia nel 1624. La facciata a capanna è scandita da lesene e arricchita da nicchie, arcate e rosone.

Fig. 2.43 – Chiesa di San Bartolomeo a Pedemonte

<u>Monastero</u>

E' un borgo Posto su un ampio gradone esposto al sole che spazia su larghe distese di prati e vigneti degradanti verso il fondovalle. Raggruppa le contrade di Civetta, Motta e Oriolo. Salendo da Berbenno si incontra, all'inizio del primo agglomerato di case, un edificio che fu antica sede del priorato di San Benigno.

Qui, il santo, chiamato familiarmente san Bello, tenne la sua residenza e si spense nel 1472.

Sul fronte si snoda una decorazione a coloritura vivace che propone cartigli, scudo, orologi: sul quadrante solare a ore italiche l'augurio "Mea Vobis Umbra Lux" (la mia ombra per voi è luce). Sulla stessa parete un orologio di forma rettangolare ha, agli angoli, quattro angioletti che reggono gli estremi di due cartigli; splende al centro un giallo sole che illumina una cornice circolare e le ore in numeri romani.

In via Medici, in prossimità di un incrocio, si può ammirare un'immagine sacra dipinta sulla parete di una modesta abitazione: la Madonna maestosa, seduta su un grande trono di vaga impronta tardo-gotica, è avvolta in una veste granata e in un manto chiaro trapunto di fiori che scende in morbide pieghe dal capo lungo tutta la figura.

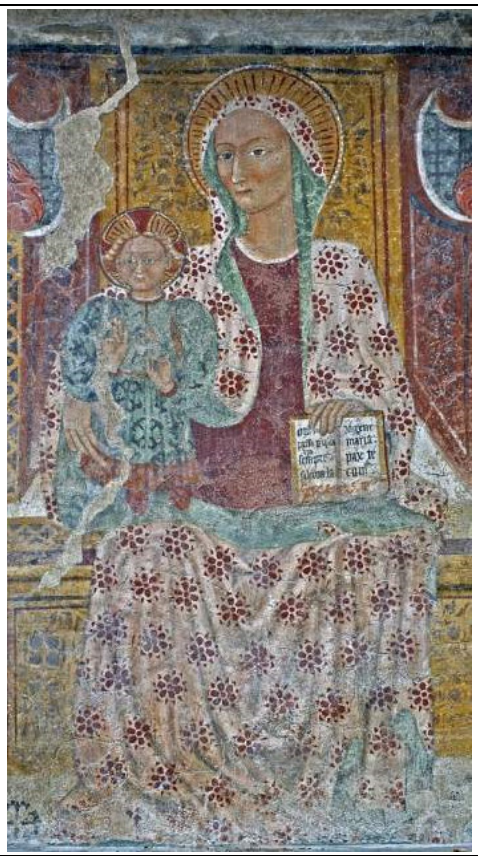


Fig. 2.44 – Madonna con Bambino - Monastero

Fig. 2.45 – Ex monastero di Assoviuno

Fig. 2.46 – Affresco sull'ex monastero

Fig. 2.47 – Ex monastero di Assoviuno

La chiesa parrocchiale di Monastero è dedicata a san Benigno e sorge nei pressi della primitiva chiesetta intitolata a san Bernardo. La facciata semplice ed elegante ha un portale dal timpano spezzato e un'apertura centrale mistilinea sopra la lesena marcapiano; il campanile si innalza leggermente arretrato senza interromperne la simmetria. All'interno, a navata unica e cupola centrale, l'altare maggiore è in preziosi marmi policromi.

Fig. 2.48 – Ex monastero di Assoviuno	*Fig. 2.49 – Chiesa di S. Benigno a Monastero*	*Fig. 2.50 – Chiesa di S. Benigno a Monastero*

Fig. 2.51 –Predica di San Bello alla Maroggia	*Fig. 2.52 – Morte di San Bello*

<u>Polaggia</u>

Il paese ha un singolare impianto urbanistico, quasi nucleo fortificato esposto sulla sponda soliva. La chiesa parrocchiale ha facciata scandita da colonne, conclusa da un frontone triangolare sporgente; al centro l'affresco circolare al posto dell'originario rosone; nelle nicchie le statue di sant'Abbondio e san Gaetano. Testimonianza del precedente edificio è il portalino laterale datato 1607.

Fig. 2.53 – Chiesa dei Santi Abbondio e Gaetano a Polaggia	*Fig. 2.54 – Chiesa dei Santi Abbondio e Gaetano a Polaggia*

Fig. 2.55 – Chiesa di Polaggia	*Fig. 2.56 – Chiesa di Polaggia*	*Fig. 2.57 – Casa già Ranzetti*

Via Vecchia (Via Grande) attraversa il paese aprendosi su numerosi vicoli laterali, su cortili e contrade. Dove incontra via Scalinata richiama l'attenzione la casa già Ranzetti. Nel corpo di fondo del cortile si apre un doppio loggiato ad arco con colonnine in pietra; le due ali laterali sono leggermente svasate per dare maggior respiro alla corte interna.

Si imbocca via Vecchia e si ritrovano lungo il percorso affreschi ad intitolazione mariana. Quello all'inizio della contrada Badorini, accanto ad un arco litico, è realizzato secondo l'iconografia che, rifacendosi alla visione di san Giovanni nell'Apocalisse, descrive l'Immacolata "rivestita di sole, con la luna sotto i suoi piedi". All'ingresso della strada dei Tambelin l'autore del dipinto non rispettò gli elementi iconografici tradizionali.

Qui la via è delimitata a sud da paracarri in pietra uniti da sbarre in ferro che guardano sul Funtanè (Bui) sottostante: un insieme di fontane e vasche disposte su due piani e collegate lateralmente creano un singolare anfiteatro. Prima di arrivare alla contrada Bertini, l'affresco murale che descrive la Madonna delle Grazie venerata nel Santuario di Primolo testimonia i legami intercorsi tra le due Comunità: lungo le mulattiere degli alpeggi gli abitanti di Polaggia raggiungevano il santuario, sia per devozione a Maria, sia per la cerca delle tegole per i tetti; gli abitanti della Valmalenco si recavano nella zona di Berbenno per la questua del vino.

Fig. 2.58 – Affresco vecchia falegnameria	*Fig. 2.59 – Affresco mariano*	*Fig. 2.60 – Affresco mariano*

Fig. 2.61 – Affresco mariano	*Fig. 2.62 – Funtanè*	*Fig. 2.63 – Funtanè*

Il borgo di Polaggia offre scorci su inesplorati luoghi, su stalle e fienili, slarghi e viuzze e su una rete di collegamenti di una casa con l'altra, con gli orti, con la campagna.

Fig. 2.64 – Vecchia Polaggia	*Fig. 2.65 – Vecchia Polaggia*	*Fig. 2.66 – Vecchia Polaggia*

Fig. 2.67 – Vecchia Polaggia	*Fig. 2.68 – Vecchia Polaggia*	*Fig. 2.69 – Vecchia Polaggia*

2.3- L'EVOLUZIONE STORICA DELL'ILLUMINAZIONE

Breve storia dell'illuminazione

L'illuminazione nel secolo scorso non ha lasciato tracce di rilievo che possano essere richiamate e ricercate nella documentazione, soprattutto per la sostanziale poca ricchezza e per le difficoltà alle quali gli abitanti hanno dovuto fare i conti nel corso dei decenni dall'inizio del Ventesimo secolo.
Fondamentalmente la crescita dell'illuminazione pubblica risale all'elettrificazione del territorio e alla successiva realizzazione, della metà del secolo scorso, degli invasi e della centrale elettrica di fondovalle, sviluppandosi quindi in modo disorganico. Da principio semplicemente come presidio del territorio, e solo successivamente in modo funzionale alle aree più densamente abitate.
Non sono state trovate immagini d'epoca con particolari tipi di illuminazione e, nello specifico, non è stata evidenziata alcuna presenza di illuminazione storica di rilievo e/o di apparecchi, per esempio del tipo a lanterna o a lampara.

A metà degli anni Sessanta appaiono probabilmente le prime evidenze di quella che allora era certamente la più moderna tecnologia d'illuminazione, consentita da lampade ai vapori di mercurio, e con apparecchi ancora oggi estremamente diffusi in tutto il territorio comunale e regionale nelle più varie tipologie (si veda la figura 2.70).

Fig. 2.70 - Tipologia tipica di corpi illuminanti dotati di lampade a i vapori di mercurio

Tali apparecchi venivano generalmente applicati su pali a frusta dell'elettrificazione del Comune (a sbalzo sull'asse viario) o a parete (sono ancora molti quelli presenti sul territorio), o sui sostegni in calcestruzzo centrifugato, e costituiti da una struttura in alluminio aperta che fa da progenitrice di "ottica" atta a convogliare il flusso luminoso verso il terreno. Lo sbraccio verso il centro strada e la notevole inclinazione aveva ovviamente la funzione di compensare la difficoltà di questi apparecchi di inviare la luce in modo adeguato anche dalla parte opposta della strada.

Il fatto di essere montati sui pali in calcestruzzo centrifugato, dedicati a portare la rete di alimentazione elettrica delle case e delle utenze private, evidenzia appunto una crescita confusa motivata dalla sola esigenza di portare un po' di luce ove necessario.

Progressivamente, dagli anni Ottanta in poi, l'illuminazione ha iniziato una lenta evoluzione verso prodotti più attenti anche a logiche di natura estetica e dotati di sorgenti luminose più efficienti, anche se non sempre inserite in apparecchi di altrettanta efficienza.

Solo negli ultimi dieci anni sono arrivate, dapprima in modo sporadico, le ben più efficienti lampade al sodio ad alta pressione e gli apparecchi adeguati per poterle ospitarle.

Purtroppo questo passaggio, che a parità di potenza installata ha praticamente raddoppiato la quantità di luce sul territorio, se non adeguatamente progettato, può determinare nell'attività di riqualificazione del territorio l'innesco di una reazione a catena con un incremento vertiginoso e incontrollato delle potenze installate. Al contrario, la soluzione avrebbe dovuto passare per una gestione volta alla ricerca della maggiore efficienza di

apparecchi e lampade per un significativo miglioramento della qualità della luce sul territorio, e un conseguente virtuoso contenimento delle spese energetiche.

Anche i sostegni dei corpi illuminanti hanno subito una evoluzione, si sono infatti susseguiti nel tempo:
- dapprima, i tipici piattelli a parete con lampade a incandescenza anche se oggi non ce ne sono le evidenze;
- in seguito, l'installazione a parete costituita da sbracci in acciaio zincato a frusta inclinati da 10 a 30°, sormontati dal corpo illuminate, e con gli stessi sbracci installati sui sostegni in cemento centrifugato destinati all'elettrificazione del territorio;
- negli ultimi dieci anni del XX secolo nell'ambito dell'illuminazione funzionale, si sono installati corpi illuminanti a vetro curvo o prismatico, posti su sostegni più arretrati e talvolta del tipo testapalo, ma che facevano uso di coppe allo scopo di distribuire meglio i flussi luminosi.

Infine nei primi anni del Ventunesimo secolo sono arrivate le nuove tecnologie caratterizzate da ottiche performanti che hanno permesso, anche a seguito di adeguamenti normativi regionali, di utilizzare apparecchi del tipo testapalo a vetro piano dotati di sorgenti al sodio ad alta pressione.

Anche in questo caso è però emersa una abitudine scorretta e controproducente: apparecchi costruiti per essere installati orizzontali, si trovano installati spesso anche inclinati di 20-30 gradi con l'evidente risultato di illuminare anziché la strada il prato o, nelle condizioni peggiore, creando fenomeni di invasività della luce.

Negli ultimi anni sono arrivante anche le tecnologie delle sorgenti a luce bianca, che presentano però lati piuttosto controversi, in quanto non tutte sono adeguatamente efficienti e il loro impatto ambientale non è privo di aspetti negativi, sia sulla salute delle persone sia per l'ambiente naturale.

Non sono state evidenziati elementi tipici di una illuminazione del passato, peraltro accertata da antiche fotografie, quali:
- apparecchi del tipo a lampara o lanterna,
- sostegni, sbracci o apparecchi storici.

Questa povertà dell'illuminazione è ovviamente dovuta a due fattori principali:
- la storia del territorio non ha favorito grandi insediamenti umani nel passato che potessero motivare un bene di lusso quale poteva essere considerata l'illuminazione e quindi apparecchiature per la sua gestione;
- il legame elettrificazione-illuminazione ha fortemente condizionato per decenni uno sviluppo organico e integrato dell'illuminazione come un valore proprio e indipendente per il territorio e i suoi abitanti.

Molti agglomerati isolati, viste le caratteristiche e la bellezza degli scorci meritano comunque una illuminazione più di qualità ed estetica, che aggiunga all'efficienza anche ottime performance, e che senza recuperare dei falsi storici quali le lanterne, possa dare una nuova immagine al paesaggio urbano del Comune di Berbenno di Valtellina.

2.4- 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.

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, e dei principali borghi, 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.

L'inquinamento del cielo notturno è prodotto sia dall'immissione diretta di flusso luminoso verso l'alto, sia alla diffusione di flusso luminoso riflesso da superfici che vengono illuminate in quantità nettamente superiore a quella necessaria per assicurare la funzionalità e la sicurezza richiesta.

Fig. 2.71 – Immagine da satellite

In una città, il flusso disperso verso l'alto prodotto dall'illuminazione stradale (spesso composta da apparecchi di illuminazione con vetro prismatico, lampioni, lanterne, globi e altre armature molto disperdenti) si somma a quello prodotto dall'illuminazione di edifici, insegne, e altro, e quindi il rapporto tra il flusso totale disperso

direttamente verso l'alto e il flusso totale emesso dagli apparecchi è in genere molto elevato. Fanno naturalmente eccezione le zone ove sono in vigore norme contro la dispersione di luce e l'inquinamento luminoso.

Inoltre l'eccessiva illuminazione produce un consumo elevato di energia, causato dal mancato utilizzo di apparecchi per la riduzione dei consumi, utilizzo di sorgenti di luce non efficienti, uso indiscriminato e diffuso di luminanze superiori rispetto a quelle ritenute idonee per la sicurezza.

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.

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.

Nel 2010 nel nostro Paese, il settore dell'illuminazione in generale (pubblica, industriale e residenziale) ha contabilizzato un consumo totale di energia elettrica pari a circa 50,8 TWh/anno, dei quali 6,1 TWh/anno sono utilizzati per illuminazione pubblica. Questi dati in rapporto al totale dei consumi annuali di energia elettrica del Paese (309.8 Twh/anno), indicano che l'illuminazione in generale ne costituisce il 16.4% e che a questa percentuale l'illuminazione pubblica contribuisce con il 12% (Fonte: ENEA).

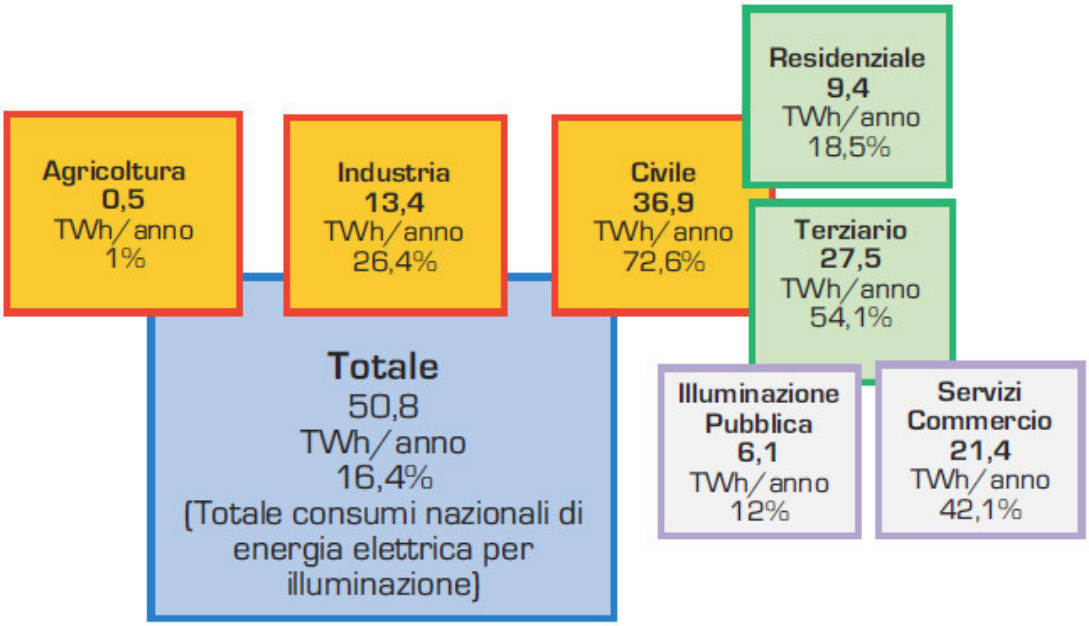


Figura 2.72: Consumi di energia elettrica per illuminazione nei diversi settori in Italia e percentuale del consumo sul totale dei consumi nazionali di energia per illuminazione – Fonte: ENEA su dati Terna, 2010.

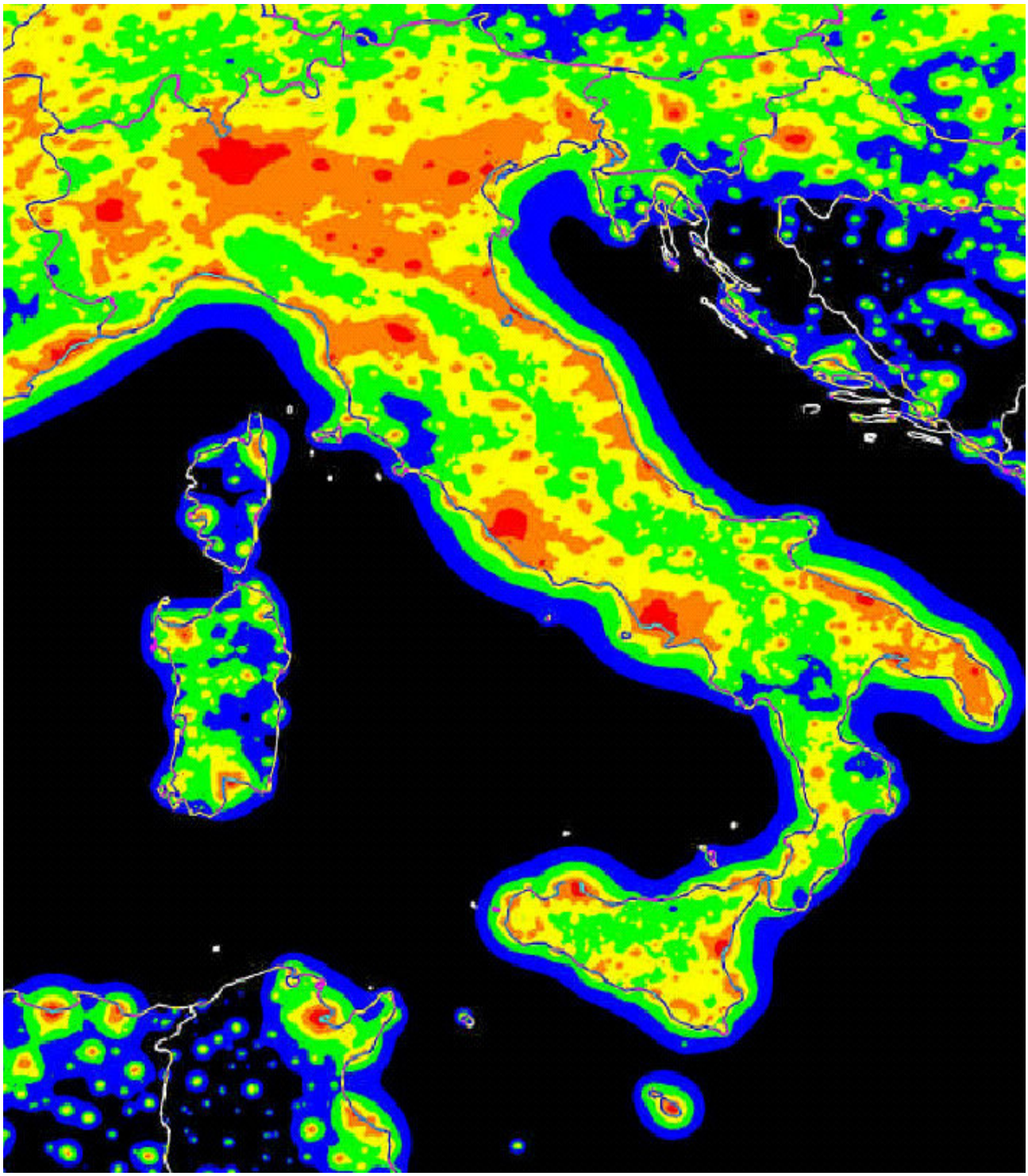


Figura 2.73: Mappa della brillanza artificiale del cielo notturno in Italia. A ogni livello, passando dal nero fino al rosso, la brillanza artificiale del cielo triplica. Il rosso indica brillanze artificiali da 9 a 27 volte maggiori di quella naturale.
Tratto da The artificial night sky brightness mapped 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 vita della salute dell'uomo, il fenomeno non è da trascurare. Sebbene infatti numerosi studi della fisiologia evidenzino fenomeni di miopie, 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 e di luce provocano un'evidente alterazione nella produzione di melatonina nonché un aumento della rischiosità di contrarre diverse patologie tumorali.

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. 31 del 2015, e le sue successive integrazioni, permette di limitare questo tipo di inquinamento.

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.

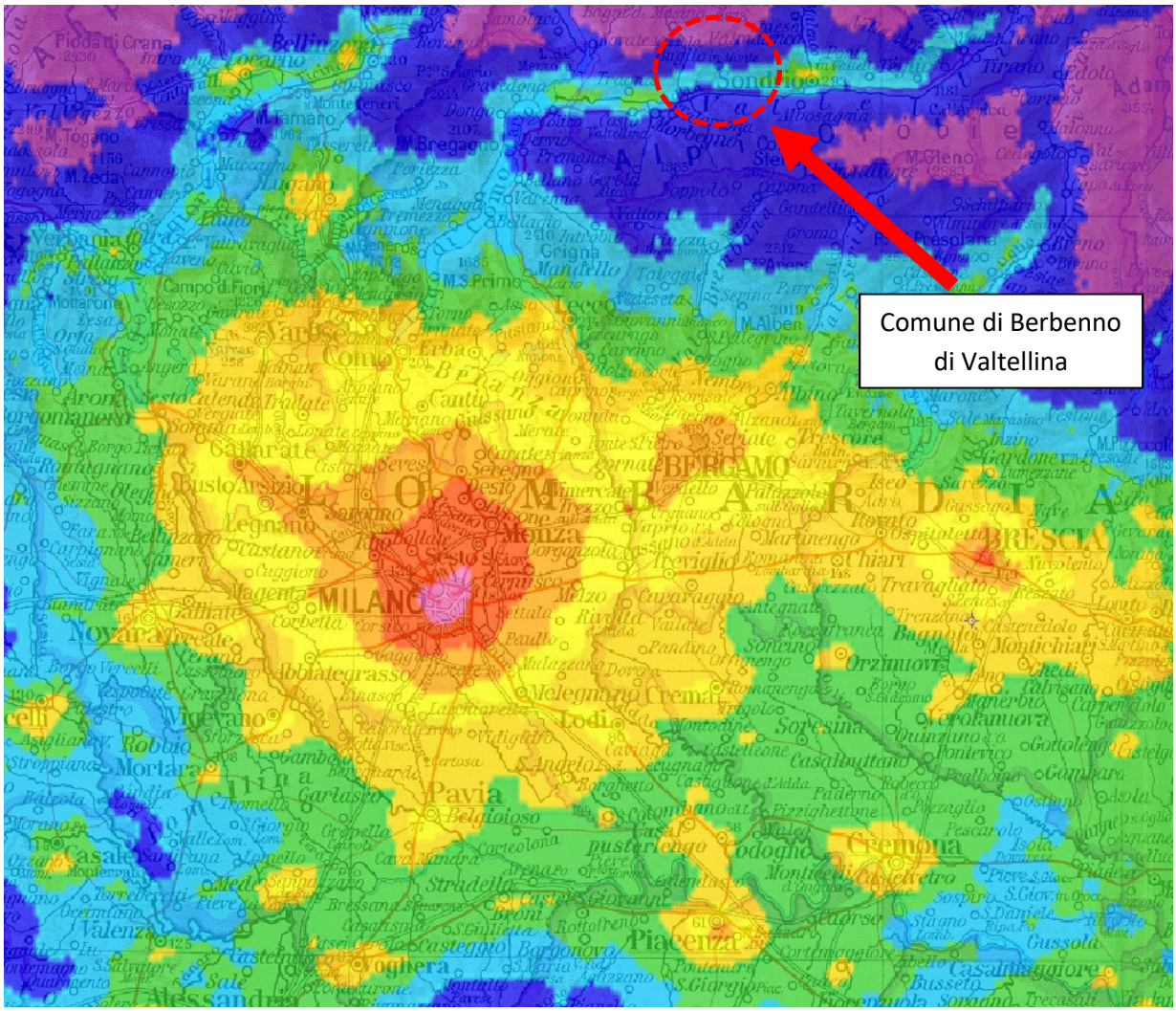


Figura 2.74: Mappa 2 - La visibilità delle stelle ad occhio nudo in parte del nord Italia. Passando da un livello a quello superiore si ha una perdita di visibilità pari a 0,2 magnitudini. Il territorio del Comune di Berbenno di Valtellina ricade nella zona blu chiaro, a queste zone corrisponde una perdita di magnitudine inferiore a 0,8.

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 brillanza 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. 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.

2.5- AREE OMOGENEE

In questo capitolo si presenta una analisi del territorio del comune di Berbenno di Valtellina per cogliere gli aspetti più significativi degli altri strumenti di pianificazione, in particolare del Piano di governo del Territorio.

Le aree omogenee in questo caso, indipendentemente dal PGT, possono essere identificate in base a una semplice valutazione sensoriale del territorio e in base a criteri puramente di buon senso. In particolare possiamo identificare almeno le seguenti aree omogenee presenti nel comune:

- Aree Agricole
- Parchi e zone di salvaguardia ambientale
- Aree industriali ed artigianali,
- Centri storici e/o cittadini, e/o di possibile aggregazione
- Aree residenziali,
- Aree verdi,
- Impianti destinati alla ricreazione sportiva.

Tali aree omogenee sono ovviamente zone limitate di specifica destinazione e non obbligatoriamente localizzate in un solo specifico ambito del territorio comunale ad eccezione dell'area industriale/artigianale
In particolare ai fini di una migliore distribuzione e/o ridistribuzione della luce sul territorio si riportano le seguenti osservazioni e considerazioni preliminari sulla tipologia di illuminazione per ogni area omogenea.

a. Aree agricole, boschive o pascoli e zone di salvaguardia ambientale

Il territorio comunale, presenta numerose suddivisioni naturali, alcune ben visibili e definite quali il letto del fiume Adda, ed altre altrettanto importanti quale la suddivisione in territorio di pianura o fondovalle e quello subalpino, che declina verso i confini con altri comuni della provincia di Sondrio con ampi spazi con predilezione boschiva, agricola e pascolo. 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

Nel territorio di Berbenno di Valtellina esiste un'estesa area artigianale con strade dedicate, a ridosso della S.S. 38 dello Stelvio. Tutta l'illuminazione di quest'area, di proprietà comunale, è conforme alla L.R. 31/2015, anche se da un punto di vista del risparmio energetico può essere ripensata e ottimizzata.

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

Il Comune presenta, nei vari agglomerati di cui è composto, diversi centri storici interessanti di cui si è già ampiamente parlato nei paragrafi precedenti, con palazzi storici, affreschi e Chiese.
Sono inoltre estremamente interessanti gli agglomerati urbani minori che presentano molti spunti caratteristici di architettura rurale dell'inizio del XX secolo.
La suddivisione delle aree abitate in tanti piccoli nuclei non a favorito la presenza di centri di aggregazione di rilievo, se non quelli temporanei nei pressi dei principali edifici religiosi presenti in abbondanza sul territorio comunale.
L'illuminazione di questo tipo richiede un approccio attento e professionale, per evitare che gli interventi possano stravolgere la fisionomia notturna sia dei manufatti sia dell'ambiente naturale che li ospita. Le linee guida minime per tali interventi sono state inserite nella PARTE 3 del DAIE.

d. Aree Residenziali

Le principali aree residenziali coincidono con i borghi principali di Berbenno Centro, S. Pietro, Polaggia, Pedemonte, Regoledo.
Le aree residenziali 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 private.
Nei successivi paragrafi sono riportate le indicazioni anche per queste tipologie di interventi illuminotecnici.

e. Aree Verdi

Le aree dedicate a verde pubblico attrezzate sono limitate a parchi giochi, in quanto il territorio presenta una serie di attrattive di tipo escursionistico anche leggero, tali da non spingere verso una crescita di aree verdi

all'interno dell'abitato ma a semplici sentieri che risalgono i pendii o semplice aree attrezzate nelle vicinanze di campi e campetti sportivi

L'illuminazione di queste limitate aree deve assolvere a una triplice funzione di valorizzazione, sicurezza e salvaguardia dell'ambiente notturno.

f. Impianti destinati alla ricreazione sportiva

L'impianto di ricreazione sportiva principale è costituito dai due campi di calcio di Via Campo Sportivo, a monte dell'Area artigianale. Si distinguono anche altre aree minori quale quella di Via Sassolt, il campo di calcetto di Via Medera e quello di Via Valeriana in località Pedemonte

Tali impianti 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 una diffusa obsolescenza dei corpi illuminanti.

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

La base di dati è ovviamente costituita dal parco lampade presente sul territorio comunale.

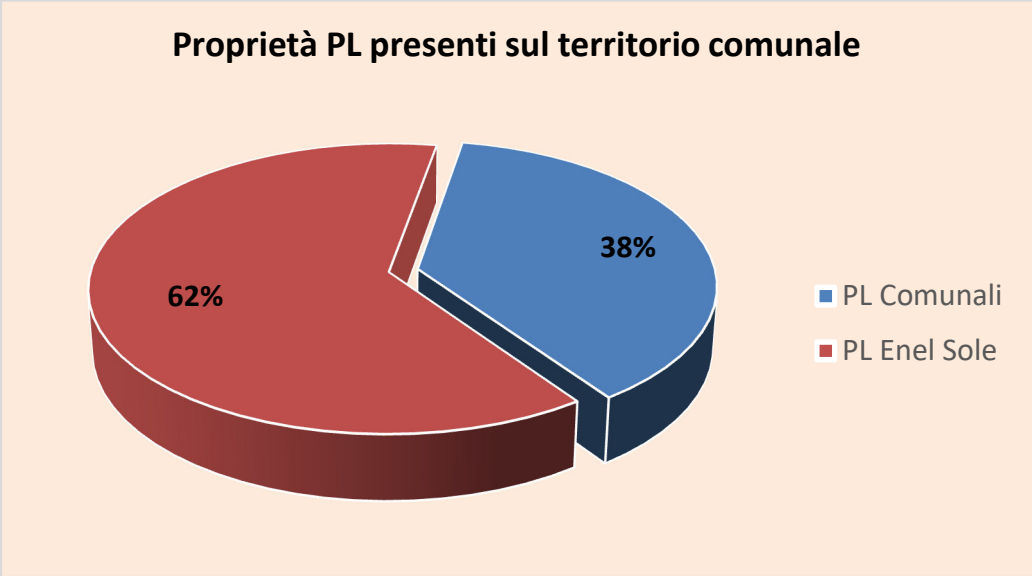


Grafico 3.1 Proprietà impianti illuminazione di Berbenno di Valtellina

PROPRIETARI	N° PL
Comune di Berbenno Valt.	**357**
ENEL SOLE	**578**
totale	**935**

La base di dati è ovviamente costituita dal parco lampade presente sul territorio comunale.

In totale sono stati censiti **927 punti luce** (compresi gli impianti sportivi pubblici) con un errore percentuale dell'ordine del 1-2% che risulta dal confronto del censimento, con la documentazione esistente, 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 obbiettivo l'evidenziazione delle caratteristiche essenziali dell'illuminazione sul territorio e la rilevazione di alcuni parametri di qualità della luce di Berbenno di Valtellina.

1. Tipologie di applicazioni

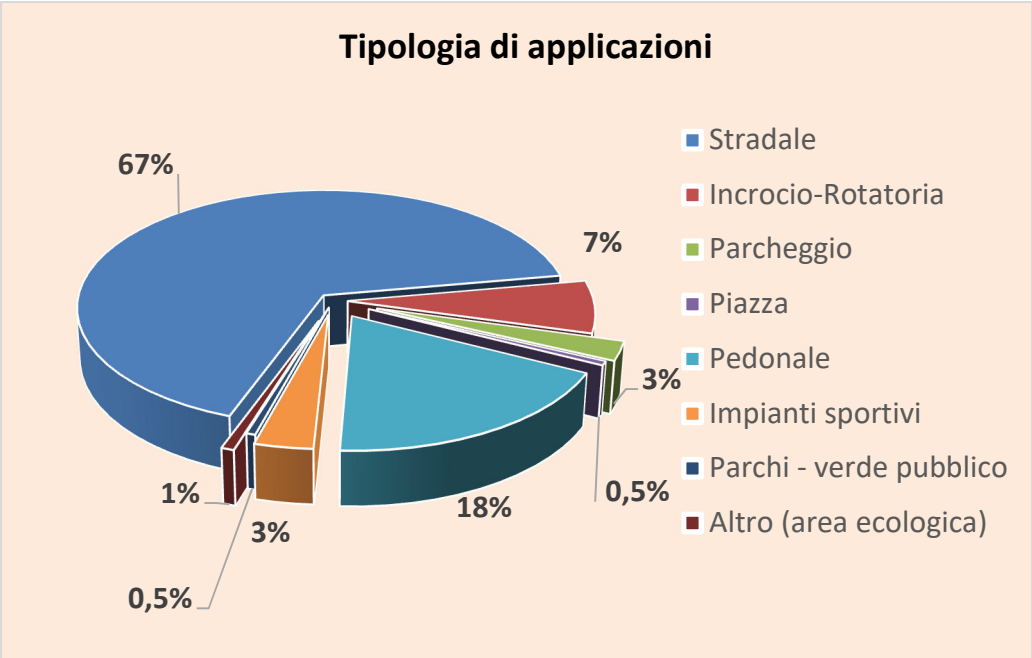


Grafico 3.2: Tipologia di applicazione degli apparecchi d'illuminazione pubblica

Applicazione	N° PL
Stradale	**626**
Incrocio - rotatoria	**66**
Parcheggio	**23**
Piazza	**5**
Pedonale	**171**
Impianti sportivi	**32**
Parchi – verde pubblico	**5**
Altro (area ecologica)	**7**
totale	**935**

Il grafico sopra riportato mostra la distribuzione delle sorgenti luminose in funzione dell'applicazione.
Si posso fare le seguenti considerazioni:

1. L'**illuminazione stradale** rappresenta, comprensiva dell'illuminazione per gli incroci, i parcheggi e l'area ecologica, la gran parte degli impianti presenti con circa il **77%** dei PL del totale.
2. L'**illuminazione di tipo aggregativa** (piazza, parchi, pedonale) pari a circa il **19%**, evidenzia una ricerca di impiego dell'illuminazione anche in ambiti non prettamente funzionali stradali.
3. Il rimanente **4%** dei corpi luminosi è **funzionale agli impianti sportivi**.

L'illuminazione è comunque generalmente sufficientemente distribuita fra illuminazione funzionale e aggregativa.

2. Tipologia degli apparecchi illuminati

Questa valutazione comprende il legame che dovrebbe esistere tra la funzionalità e la tipologia d'apparecchio con la presenza di eventuali anomalie.

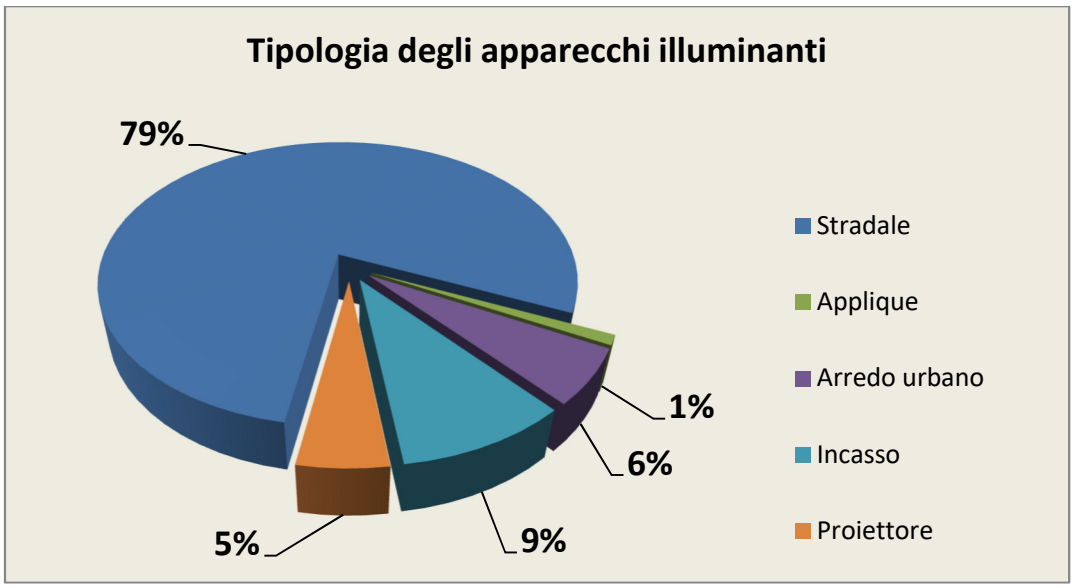


Grafico 3.3: Tipologia di apparecchi per l'illuminazione pubblica

Si rileva che:

- Il **79% dei punti luce sono di tipo stradale** e utilizzati praticamente quasi tutti in ambito stradale (strada, incroci, parcheggi). Esistono comunque alcuni ambiti non stradali dove sono stati utilizzati apparecchi di tipo stradale; la percentuale è però bassa.

- Gli **apparecchi d'arredo sono complessivamente il 6%** del totale e sono insufficienti nell'ambito di una valorizzazione del territorio. La riqualificazione illuminotecnica deve mirare ad aumentare il numero di apparecchi d'arredo (nei giusti ambiti) per unire all'efficienza energetica una corretta valorizzazione del territorio.

- Gli **apparecchi di tipo a proiettore** non sono numerosi, pari al **5%** complessivo dei punti luce; in linea con la percentuale delle applicazioni in ambito sportivo (4%). Questo significa che solo l'1% dei proiettori (circa 8-9 elementi) non è utilizzato per l'illuminazione di impianti.
  N.B. – Non sono stati censiti i proiettori che illuminano le Chiese perché non di proprietà comunale.

- Gli **apparecchi a incasso** sono in numero abbastanza elevato (circa il **10%**). Sono stati utilizzati nella riqualificazione del centro storico di Berbenno e lungo Via Conciliazione e annovera molti segnapasso o incassi con fascio deviato, con potenze basse, e incassi in muri con emissione schermata verso l'alto. Fanno eccezione tre incassi a terra per l'illuminazione funzionale di un palazzo storico.

Tipo di apparecchio	**N° PL**
Stradale	**736**
Applique	**10**
Arredo urbano	**55**
Incasso	**88**
Proiettore	**46**
totale	**935**

a. Apparecchi di tipo Stradale

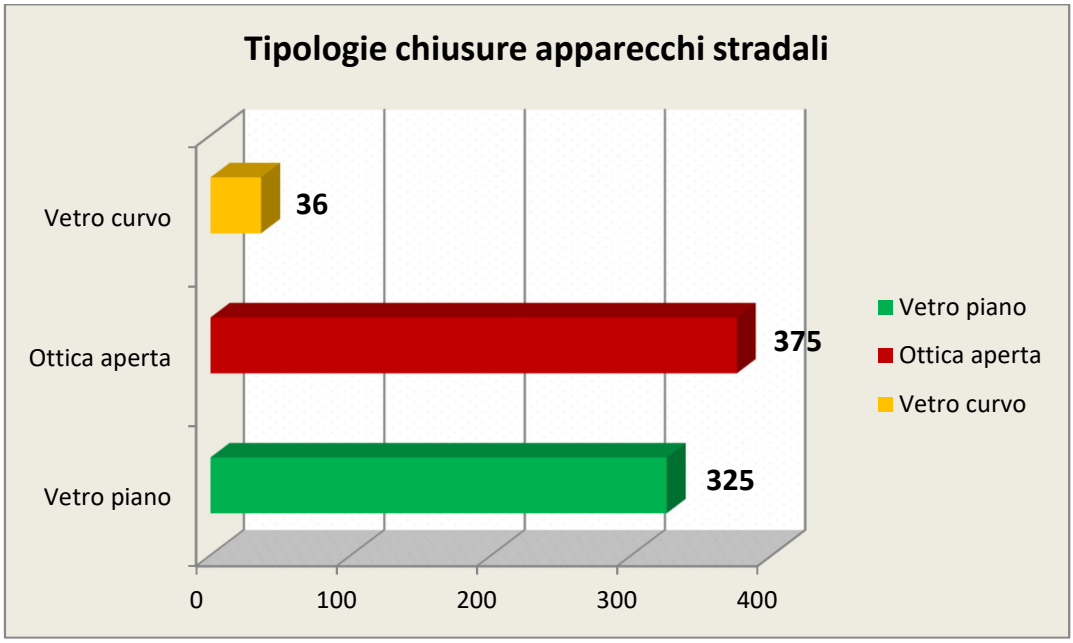


Grafico 3.4: Tipologia di chiusure per apparecchi stradali

Tipologia chiusura	N° PL	percentuale
Vetro curvo	**36**	**5 %**
Ottica aperta	**375**	**51%**
Vetro piano	**325**	**44 %**
totale	**736**	

Come si evince dalla tabella e dal grafico su **727 apparecchi di tipo stradale** abbiamo la seguente distribuzione di tipologie di chiusura:

- Il **5% sono di tipo a vetro curvo,** e sicuramente non conformi alla legge regionale;
- il **51% sono di tipo a ottica aperta**, e quindi presumibilmente apparecchi obsoleti;
- infine, il **44% sono di tipo a vetro piano,** e una parte di questi potranno essere resi conformi alla legge regionale.

Si riportano una serie di tavole sinottiche 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, allegata al DAIE

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

STRADALE – VETRO CURVO		
GC illumination - FG(11)	**Schreder - Saphir (1)**	**Corpo 03 (25)**

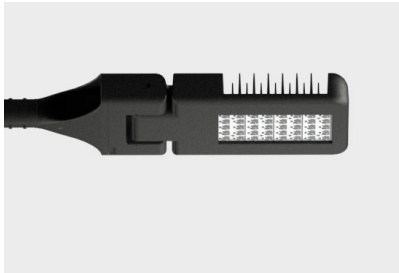
TIPOLOGIE

Tavola 3.5: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro curvo

STRADALE – OTTICA APERTA		
Fivep – Polaris e simili (204)	**Fivep - Ariete (11)**	**Fivep - Universo (46)**
Grechi – BP 77 (64)	**Corpo 01 (29)**	**Corpo 02 (25)**

TIPOLOGIE

Tavola 3.6: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con ottica aperta

STRADALE – VETRO PIANO		
		
Cariboni – Levante medium (4)	**Fivep - Oyster (81)**	**Disano - Giovi (22)**
Disano – Tonale(7)	**Disano – Minitonale (1)**	**Fivep – Alis (3)**
Fivep – Universo (3)	**GC Illumination - FG (1)**	**GC Illumination - Tekna (2)**
Grechi – Ellisse (70)	**IGuzzini – Archilede (14)**	**Philips – Traffic Vision (13)**
RC Luce – Star (27)	**Schreder – Squalo (30)**	**Schreder – Teceo1 (2)**

TIPOLOGIE

Tavola 3.7: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro piano

Schreder – Neos1 (20)	**Disano – 3276 Mini Stelvio (9)**	**Neri – Archilede S (16)**

Tavola 3.7: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro piano

b. Arredo Urbano

Comprende gli apparecchi di arredo urbano vero e proprio, gli apparecchi ad incasso e le applique.

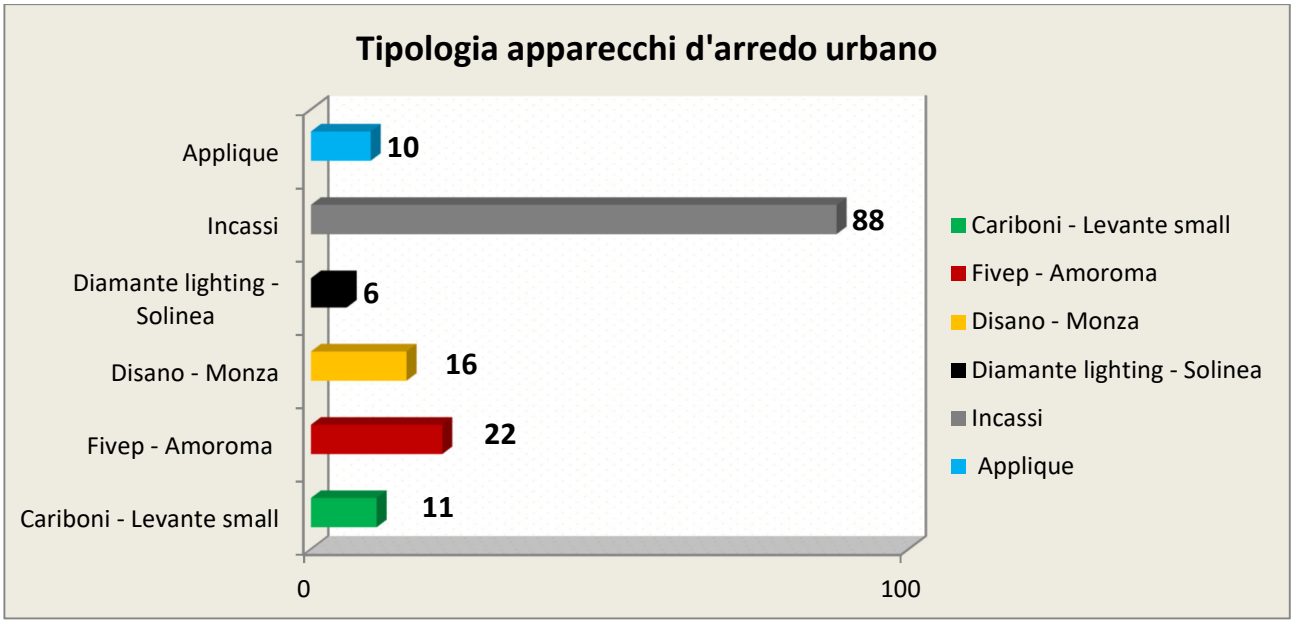


Grafico 3.8: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo urbano

Tipologia	N° PL
Cariboni – Levante small	**11**
Fivep – Amoroma	**22**
Disano – Monza	**16**
Diamante lighting – Solinea	**6**
Incassi	**88**
Applique	**10**
totale	**153**

Sono presenti pochi apparecchi d'arredo urbano. Ad eccezione degli incassi (poco efficienti) delle sfere, e delle applique con vetro inclinato (corpo 07), comunque presenti in numero ridotto e non a norma della L:R. 31/2015, gli altri apparecchi soddisfano i requisiti della norma, ad eccezione di quelli montati con il vetro non orizzontale. I nuovi apparecchi a LED installati hanno un'efficienza media superiore a 90 lm/W.

Si riportano una serie di tavole sinottiche delle tipologie di apparecchi stradali del tipo arredo urbano, incasso ed applique 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, allegata al DAIE

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

ARREDO URBANO – Su sostegno e Applique

TIPOLOGIE

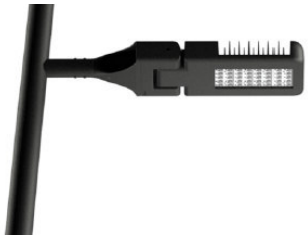
		
Cariboni – Levante small (11)	**Fivep – Amoroma (22)**	**Disano – Monza (16)**
Diamante light. – Solinea (6)	**Corpo 06 – Applique (2)**	**Corpo 07 – Applique (8)**

Tavola 3.8: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo su sostegno e applique

TIPOLOGIE	ARREDO URBANO – Incassi		
	Schreder – Ponto (16)	**Schreder – Terra midi (4)**	**Disano – Box2 (12)**
	Corpo 12 – Incasso (1)	**Diamante ligh. – Ghostbeam (55)**	

Tavola 3.9: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo da incasso

c. Proiettori

Nel Comune di Berbenno di Valtellina vi è un utilizzo relativamente modesto di sistemi illuminanti tipo proiettore (5%) quasi esclusivamente dedicati all'illuminazione degli impianti sportivi o dell'area ecologica.
Sono stati censiti 7 modelli diversi di cui 4 sono stati identificati chiaramente come si evidenzia nel grafico di seguito riportato:

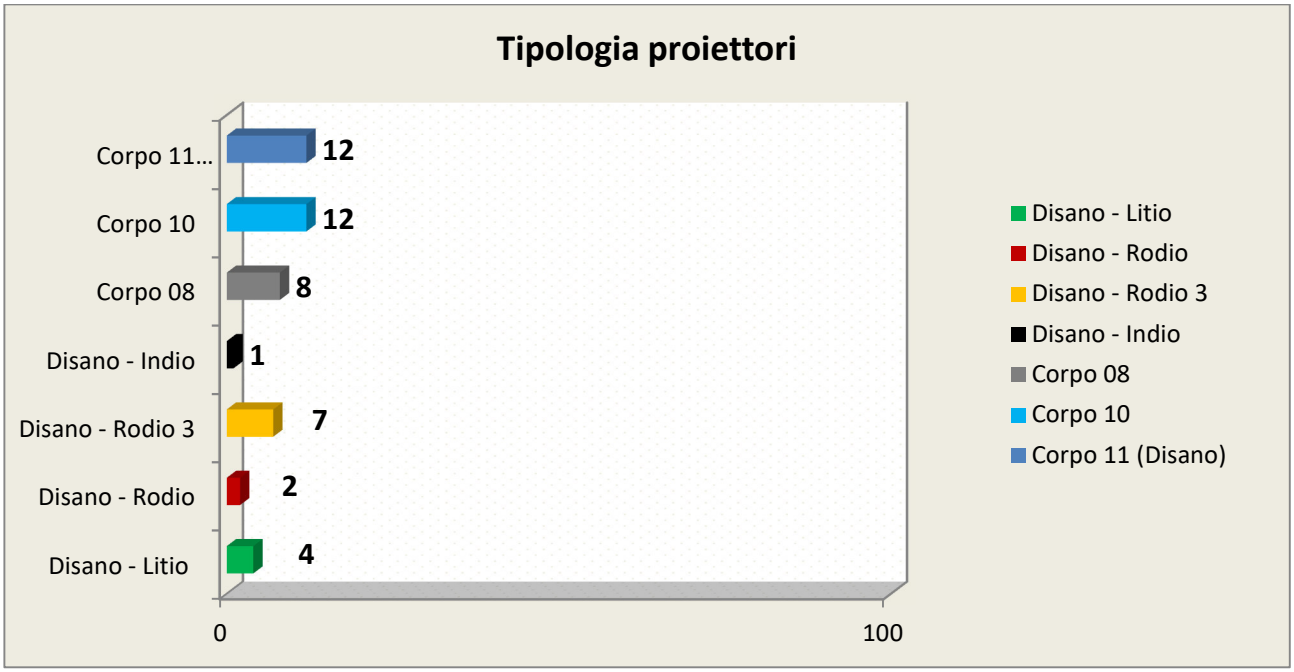


Grafico 3.10: Tipologia degli apparecchi illuminanti tipo proiettore

Sebbene sia giustificabile e appropriato l'utilizzo di proiettori in ambito sportivo, anche se non sempre le installazioni sono conformi alla L. R. 31/2015, l'impiego di tali prodotti negli altri ambiti è quasi sempre inopportuno e inappropriato.

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 un limitato controllo del flusso luminoso.

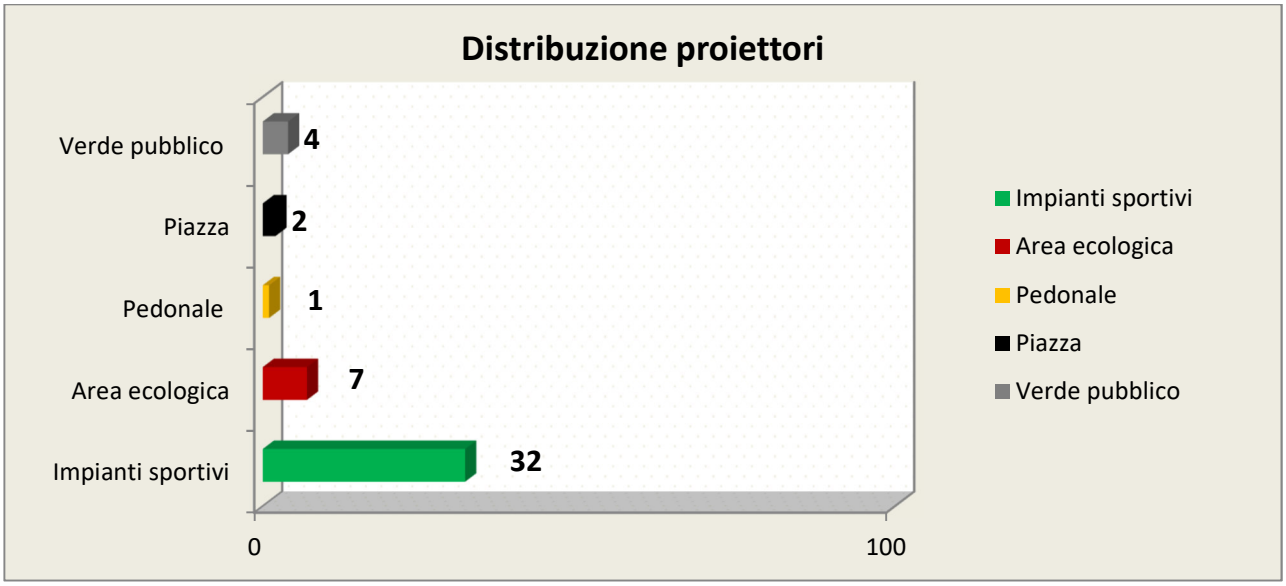


Grafico 3.11: Ambiti di applicazione degli apparecchi illuminanti tipo proiettore

3. Tipologia di sorgenti luminose

Per quanto riguarda i tipi di sorgenti installate si rileva quanto segue:

- Il **43% dei punti luce sono ancora del tipo ai vapori di mercurio**, che secondo la Direttiva Europea 2002/95/CE non possono essere più prodotte dal 2004 e vendute dal 2006, visto il loro potere inquinante e che devono essere eliminate.
- Il **34% dei punti luce ha lampade del tipo sodio alta pressione** e questo denota che un processo di riconversione degli impianti è già cominciato.
- Il **9% dei corpi illuminanti** ha lampade agli **ioduri metallici,** dedicati in particolare all'illuminazione degli impianti sportivi, e alla riqualificazione del centro storico
- Il **3% dei punti luce** è del tipo a **fluorescenza compatta.**
- Il **16%** dei corpi illuminanti è infine dotato di **sorgente LED** con temperature di calore di 3000 – 4000 K

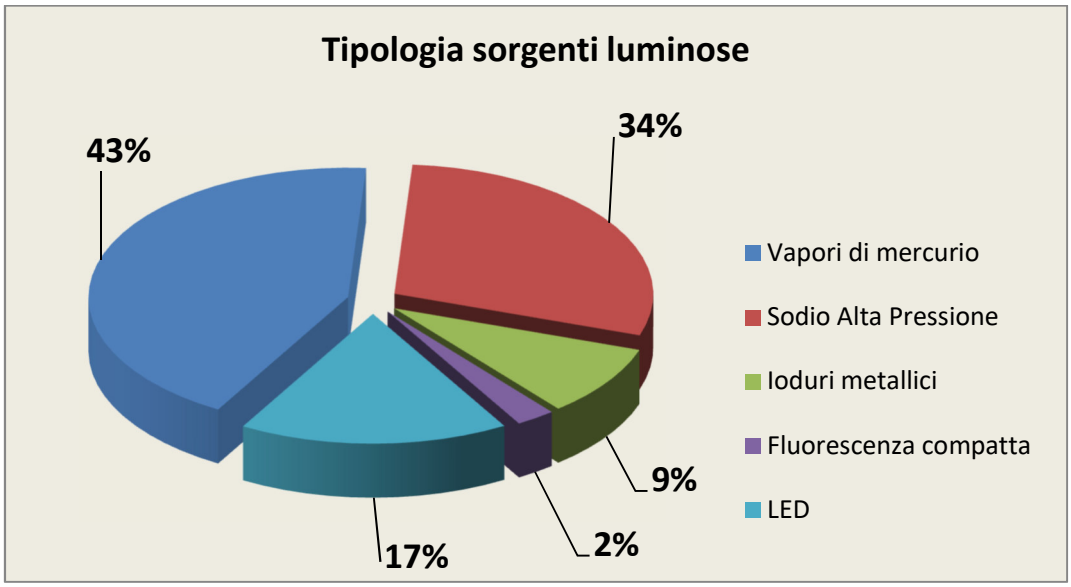


Grafico 3.12: Tipologia delle sorgenti luminose

Tipologia sorgente	N° PL	percentuale
Vapori di mercurio	**400**	**43 %**
Sodio Alta Pressione	**272**	**34 %**
Ioduri metallici	**83**	**9 %**
Fluorescenza compatta	**23**	**2%**
LED	**157**	**17%**
totale	**935**	

Le potenze nominali medie impiegate (esclusi gli impianti sportivi e compresi gli incassi a bassa potenza) sono pari a **98,05 W** che è un valore medio-alto, anche a causa della presenza di numerose sorgenti SAP di elevata potenza nella zona artigianale.
Esistono comunque zone sotto illuminate in corrispondenza delle zone con impianti con sorgenti ai vapori di mercurio.
Partendo da questi dati e sfruttando le nuove tecnologie si può pensare di intervenire riducendo tale media anche del 50%, a fronte di un incremento notevole dell'efficienza degli apparecchi e delle sorgenti luminose.

Mediamente le ore di accensione annuali degli impianti di illuminazione pubblica è pari a 4200 ore, mentre la potenza nominale di tutti i PL è pari a circa a 88 kW (esclusi i proiettori).

Per avere un dato di riferimento attendibile del consumo energetico annuo è opportuno considerare la potenza impegnata comprensiva della potenza assorbita dall'intero apparecchio (reattori e altre apparecchiature elettriche/elettroniche contenute nell'armatura).
Globalmente quindi si ha un consumo annuo (al netto delle perdite di linea variabili dal 3 al 5%) pari a:

$E = 102{,}68\ kW\ x\ 4200\ h = 431.256\ kWh$ annui

Un dato interessante è il consumo di energia annuo pro capite. Secondo i dati raccolti dalla Universidad Complutense di Madrid di qualche anno fa, in Europa si ha questa situazione:

Nazione	Consumo annuo pro capite (kWh)
Spagna	116
Italia	107 (dati Terna)
Francia	80
Germania	48
Gran Bretagna	42
Olanda	40
Irlanda	40

Tabella 3.13: Dati di consumo di energia elettrica di alcune nazioni europee

Calcolando il consumo pro capite (4151 abitanti – Istat 2018) per il comune di Berbenno di Valtellina otteniamo un valore pari a **104 kWh.**

4. Sostegni e linee

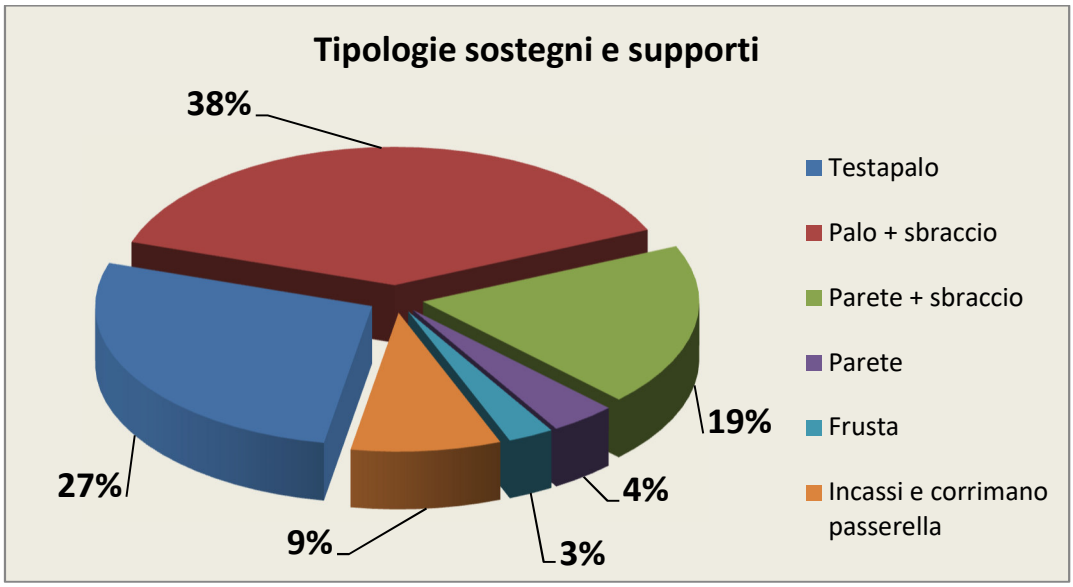


Grafico 3.14: Tipologia di sostegni e supporti

Tipologia sostegno o supporto	N° PL	percentuale
Testapalo	**255**	**27%**
Palo + sbraccio	**359**	**38%**
Parete + sbraccio	**178**	**19%**
Parete	**36**	**4%**
Frusta	**25**	**3%**
Incassi a pavimento + corr passerella	**82**	**9%**
totale	**935**	

a. Condizioni dei sostegni

Su un **totale di 817 sostegni** (compresi quelli a parete) si osserva che:

1. **n. 373 sono in acciaio zincato,** praticamente tutti in buone condizioni di conservazione.
2. **n. 132 sono in acciaio verniciato,** praticamente tutti in buone condizioni di conservazione.
3. **n. 312 sono in calcestruzzo centrifugato,** che ospitano apparecchi alimentati da linee aeree (ad eccezione di tre PL alimentati da linea interrata). Le condizioni di conservazione sono accettabili (2 pali presentano evidenti segni di degrado)

Figura 3.15 – Via S. Abbondio – Sostegno cls centrifugato con evidenti segni di degrado

Figura 3.16 – Via S. Abbondio – Particolare sostegno PL 502 (ex ENEL 412)

Figura 3.17 – Via Fusine – Sostegno cls centrifugato con evidenti segni di degrado

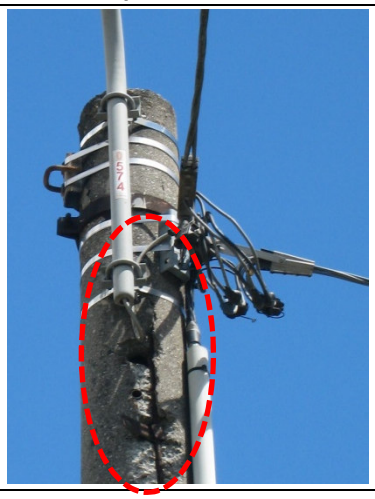


Figura 3.18 – Via Fusine – Particolare sostegno PL 1800 (ex ENEL 574)

b. Linee elettriche

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 nei confronti degli agenti atmosferici.
Per quanto riguarda le linee:

- **529** punti luce sono alimentati da **linee aeree o a parete**;
- **406** sono del tipo con cavi di alimentazione **interrati**.

Le linee aeree o a parete sono presenti sul territorio comunale in modo ancora piuttosto diffuso e rappresentano circa i 3/5 del totale delle linee, **e sono praticamente quasi tutte promiscue** (87%).
Il problema principale non sono tanto le linee aeree, che con il tempo sarebbe comunque preferibile interrarle, quanto il fatto che fra linee aeree e quelle a parete (con lunghi tratti aerei fra edificio e edificio) oltre la metà dei punti luce si trovano connessi a impianti di illuminazione promiscui con la rete di alimentazione delle utenze pubbliche e private. I futuri interventi dovranno mirare, anche definendo una scala di priorità, all'eliminazione delle linee promiscue e delle linee aeree non conformi alle norme CEI.
La messa a norma degli impianti d'illuminazione a parete sarà essenzialmente di più semplice attuazione, in quanto si dovranno solo ridefinire gli esatti percorsi e le distanze di sicurezza.

c. Condizioni dei corpi illuminanti

Viene presentato di seguito lo stato dei corpi illuminanti presenti sul territorio comunale.
Nell'analisi non viene fatta una valutazione sulla conformità alla legge regionale.

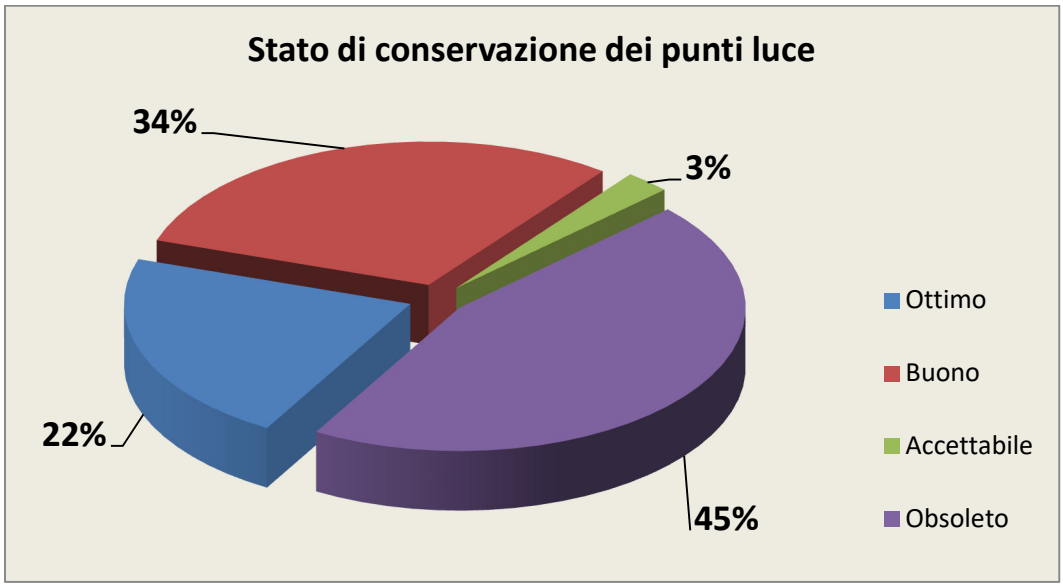


Grafico 3.19: Stato di conservazione dei punti luce

Stato di conservazione	N° PL	percentuale
Ottimo	**203**	**22 %**
Buono	**284**	**34 %**
Accettabile	**24**	**3 %**
Obsoleto	**424**	**45%**
totale	**935**	

Il dato che colpisce maggiormente è che quasi la metà dei corpi illuminanti risulta essere obsoleto.

3.2- CONFORMITÀ DEGLI IMPIANTI ALLA L.R. 31/2015

La valutazione della conformità degli impianti d'illuminazione alla legge L.R. n. 31/2015 viene eseguita utilizzando i dati emersi dal rilievo puntuale eseguito su tutto il territorio.
La valutazione della conformità alla legge n. 31/2015 riguarderà la verifica:

1. la verifica dei corpi illuminanti e della loro installazione;
2. la verifica delle sorgenti luminose.
3. l'analisi delle luminanze e degli illuminamenti sovrabbondanti o insufficienti (valutati nel par. 3.3 in funzione della classificazione del territorio);
4. l' ottimizzazione degli impianti d'illuminazione;
5. L'utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso.

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

Questo è il principale elemento rilevabile da un'analisi diretta degli apparecchi installati e ed è valutato per ogni tipologia di apparecchio illuminante.

a. Apparecchi stradali

Emissione luce verso l'alto

Gli apparecchi illuminanti in funzione della tipologia di protezione (ottica aperta o vetro) e della loro posizione di installazione (inclinazione rispetto all'orizzontale), possono essere suddivisi nelle seguenti categorie ai fini della conformità alla L.R. 31/2015:

Chiusura	Inclinazione dell'apparecchio (rispetto all'orizzontale) inteso come inclinazione del bordo su cui si attacca il vetro di chiusura	Conformità alla L.R. 31/2015
Vetro piano	0°	**Sì**
Vetro piano	>0°	**No**
Ottica aperta	0°	**Sì** (apparecchi comunque obsoleti)
Ottica aperta	>0°	**No**
Vetro curvo	qualsiasi	**No**
Vetro prismatico	qualsiasi	**No**

Tabella 3.20 - Tipologie di conformità o non conformità degli apparecchi stradali alla L.R: 31/2015

I dati desunti dal censimento sono riportati nelle seguenti tabelle:

APPARECCHI STRADALI – Consistenza numerica e conformità alla L.R. 31/2015			
Vetro Piano Orizzontale e sorgente SAP o LED **CONFORMI**			**256**
Vetro Piano Inclinato riorientabili **NON CONFORMI**			**44**
Vetro Piano inclinato non riorientabili **NON CONFORMI**			**25**
Vetro Curvo comunque inclinato **NON CONFORMI**			**36**
Ottica Aperta Apparecchio Obsoleto **NON CONFORMI**			**375**
		50 100 150 200 250 300 350 400	**736**

Tavola 3.20: Conformità alla L.R. 31/2015 degli apparecchi tipo stradale

Come si può notare dalla tabella**, 480 punti luce di tipo stradale su 736 <u>non sono conformi</u> o non sono installati conformi alla L.R. 31/2015.**

Sono di seguito valutate, per ogni tipologia di corpo illuminante e relativa installazione, le azioni correttive minime da mettere in atto.

APPARECCHI STRADALI Non conformità e corpi illuminanti da sostituire		
OTTICA APERTA COPPA PRISMATICA	**VETRO CURVO**	**VETRO PIANO – CON INCLINAZIONE NON REGOLABILE**
TOTALE 375	**TOTALE 36**	**TOTALE 25**
totale corpi illuminanti da sostituire: 436		

Tavola 3.21: Apparecchi di tipo stradale: intervento di sostituzione

NOTE: Quasi tutti gli apparecchi a vetro piano con sorgente SAP sono di nuova generazione e la non conformità dipende esclusivamente dall'errata installazione dell'apparecchio.
Per questi apparecchi è sufficiente un intervento di variazione dell'inclinazione (possibilmente associato a un contestuale cambio della lampada).

Sorgenti luminose

Le sorgenti utilizzate per gli apparecchi stradali, si dividono in tre tipi: al sodio alta pressione, sorgenti a LED e quindi conformi alle disposizioni di legge, oppure sorgenti ai vapori di mercurio soprattutto nei vecchi corpi illuminanti.

Efficienza degli apparecchi illuminanti

I corpi illuminanti di tipo stradale che presentano una certa efficienza sono solo quelli del tipo a vetro piano che non necessitano la sostituzione, e quelli con sorgenti a LED. La restante parte è inefficiente o da sostituire in quanto non conforme alla legge.

b. Apparecchi d'arredo urbano

Diversamente da quanto emerso per l'illuminazione stradale la distribuzione delle tipologie di apparecchi di arredo urbano è molto meno articolata anche per il minore numero di punti luce. In questo ambito però sono state utilizzate sorgenti soprattutto agli ioduri metallici e a LED.

Emissione luce verso l'alto

Gli apparecchi illuminanti d'arredo urbano hanno una complessità superiore, ed è generalmente più difficile valutare la loro conformità alla L.R. 31/2015. Sono stati installati anche parecchi apparecchi ad incasso la cui conformità alla legge (in questo caso si fa riferimento alle deroghe di cui alla legge 17/2000 e s.m.i.) è garantita dal basso valore di flusso emesso verso l'alto (si tratta infatti di incassi senapasso)

Nei prospetti che seguono sono riportate le conformità e gli adeguamenti relativi alle non conformità rilevate.

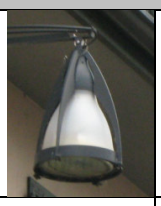
APPARECCHI D'ARREDO URBANO Consistenza numerica e conformità alla L.R. 31/2015										
vetro piano **CONFORMI**										**49**
Incassi a LED o Flc con flusso anche verso alto ma in deroga **CONFORMI**										**98**
Incasso sotto corrimano ponte **CONFORMI**										**6**
				20	40	60	80	100	120	**153**

Tabella 3.23 – Conformità alla L.R. 31/2015 degli apparecchi d'arredo urbano

Da un punto di vista strettamente dell'apparecchio luminoso anche gli incassi e le applique non risultano conformi perché inviano flusso luminoso verso l'alto.

La conformità di questa tipologia di impianti è dovuta al fatto che le applique sono ubicate nel sottopasso della stazione ferroviaria o al di sotto di vecchie volte del centro storico, mentre gli incassi rientrano nelle deroghe della legge 17/2000 a cui ci si riferisce in attesa dell'uscita del regolamento attuativo della L.R. 31/2015.

Figura 3.24 – Via Alle Scuole – PL 597 (ENEL SOLE) - Applique

Figura 3.25 – Sottopasso stazione ferroviaria – Applique

Sorgenti luminose
Per quanto riguarda la conformità delle sorgenti luminose installate vale quanto già ribadito per gli apparecchi d'illuminazione stradale.

c. Proiettori

Emissione luce verso l'alto
Tutti i proiettori presenti sul territorio comunale utilizzati per l'illuminazione degli impianti sportivi presentano inclinazioni non compatibili con i requisiti della legge regionale e sono fortemente abbaglianti e inquinanti. Anche i proiettori utilizzati al di fuori degli impianti sportivi sono fortemente inquinanti

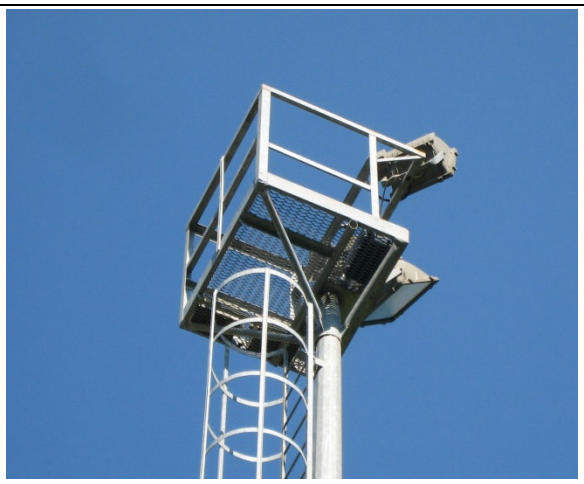


Fig. 3.26 – Via Campo sportivo – Proiettori Campo sportivo

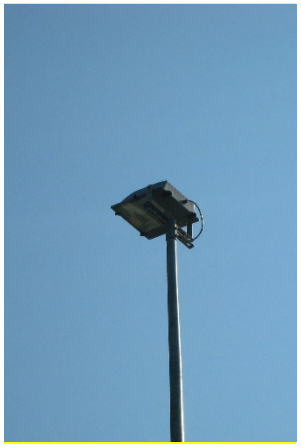


Fig. 3.27 – Via Campo sportivo – Proiettori area ecologica

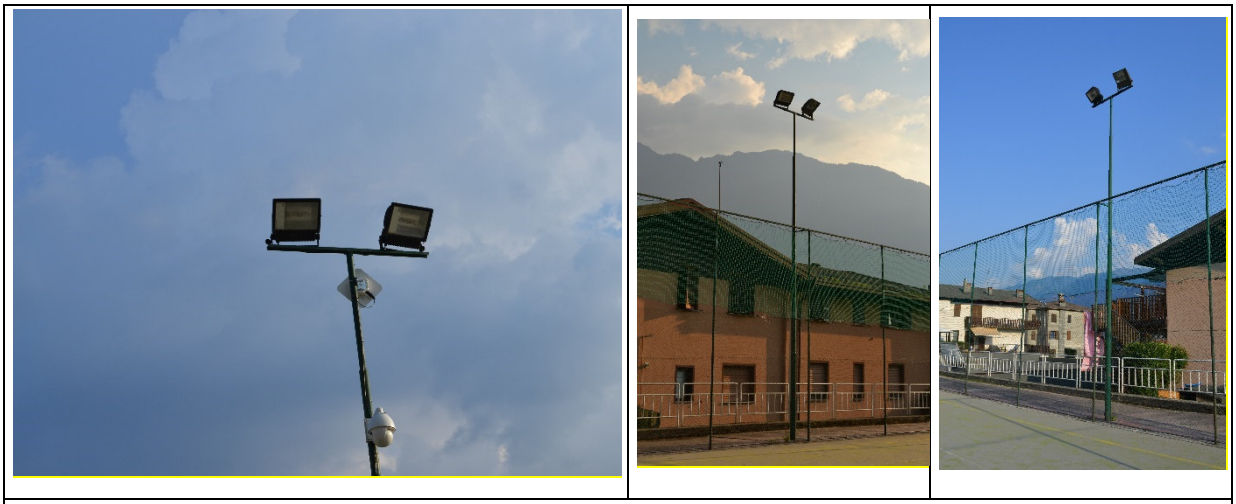


Fig. 3.28 – Via Medera – Proiettori Campetto sportivo

Fig. 3.29 – Via Roma – Proiettori

Fig. 3.30 – Via Roma – Proiettori

Fig. 3.31 – Piazza Municipio – Proiettori

PROIETTORI Non conformità e tipologia degli interventi	
INCLINAZIONE APPARECCHIO > 0°	**INCLINAZIONE APPARECCHIO > 0°**
- Proiettori Via Roma PL 509-510 - Proiettori Area Ecologica PL da 1020 a 1026 - Proiettori Via Roma (sotto il ponte) PL513 e 514 **Totale apparecchi: 11**	- Proiettori Campo Sportivo in via Campo sportivo - Proiettori Piazza Municipio - Proiettori Campetto sportivo in Via Medera - Proiettore in Via Alla Chiesa (PL 603) **Totale apparecchi: 35**
Variare inclinazione sino al limite meccanico per disporre il vetro piano orizzontale.	In base alle verifiche effettuale, la messa a norma può essere fatta solo con la sostituzione dei corpi illuminanti.

Tabella 3.32: Proiettori: interventi di adeguamento o sostituzione

2. Controllo del flusso luminoso indiretto

In attesa dell'emanazione del Regolamento attuativo della L.R. 31/2015, le normative di riferimento per quanto riguarda l'efficienza degli impianti rimangono principalmente la L.R. 17/2000 e la L.R. 38/2004.

Purtroppo per gli impianti 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, grazie anche alle nuove tecnologie.

3. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso

Attualmente **non sono installati impianti per la riduzione del flusso luminoso**.

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.
Si possono rilevare quindi zone con valori di illuminamento e luminanza (ricavata empiricamente dai dati di illuminamento) inferiori o superiori a quelli necessari per l'ambito analizzato.

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 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 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^2 secondo la nota formula di conversione:

$$L = \frac{E \cdot r}{\pi}$$

  dove si intende per: L = luminanze, E = illuminamento, r = riflettanza della specifica superficie

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 si riporta la Tabella comparativa.

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

Tabella 3.33: Tabella livelli di illuminamento rilevati

I rilievi sono stati effettuati su alcune strade dell'asse urbano ritenute significative, o 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, ma non è certamente significativo delle situazioni presenti nelle piccole stradine comunali, o delle strade illuminate ancora con lampade ai vapori di mercurio che mostrano livelli di illuminamento generalmente scarso.

VIA	Applicazione	Tipo Lampada	Classe	Situazione
Via Volta	Stradale	SAP	M5	Eccessiva
Via Raneè	Stradale	SAP	M5	Sovrailluminata
Via Marconi	Stradale	SAP	M5	Eccessiva
Via Industriale	Stradale	SAP	M4	Sovrailluminata
Via Berbenno	Stradale	Hg	M4	Insufficiente
Via Postalesio	Stradale-Pedonale	Hg	M4	Insufficiente
Via Valeriana	Stradale	Hg	M4	Insufficiente
Via Alla Stazione	Stradale	SAP	M4	Sovrailluminata
S.S. 38	Stradale-Pedonale	LED	M3	Corretta (vedi scheda)
Via Roma	Pedonale	Ioduri met.	M5	Corretta
Via Garibaldi	Stradale	Ioduri met.	M4	Corretta

Via Vanoni	Stradale	Hg	M4	Insufficiente
Via Nuova	Stradale	Hg	M5	Insufficiente
Via Medera	Stradale	SAP	M5	Corretta

Tabella 3.35 - Rilievi illuminotecnici.

I rilievi di cui alla precedente Tabella 3.35 sono stati realizzati come indicato nella norma UNI 13201 e nello specifico dopo aver definito una griglia di misura sul tracciato viario ed averne rilevato i livelli di illuminamento.

Note: è evidente come vecchi apparecchi obsoleti, consentono con difficoltà il raggiungimento di valori di luminanza previsti dalle norme.
Non c'è stata, in passato, una graduale gestione dei flussi luminosi sul territorio, e ciò ha comportato forti disuniformità fra zone illuminate con nuovi prodotti e aree illuminate con apparecchi obsoleti.

IMPIANTI OBSOLETI:
Tutti gli impianti dotati di sorgenti luminose ai vapori di mercurio (non più ammessi dalla legge) determinano molto spesso una sotto illuminazione delle aree dove sono funzionalmente preposti.
Il passaggio a sorgenti luminose a LED sia in ambiti d'arredo urbano pedonale che stradale, riducendo le potenze, potrà permettere in futuro di colmare le mancanze dell'attuale illuminazione con un notevole risparmio energetico.

IMPIANTI NUOVI: alcuni impianti di recente realizzazione (Area artigianale) mostrano situazioni di sovra illuminazione fino a una volta e mezza superiore rispetto a quanto richiesto dalla normativa.
Altri impianti (centro storico Berbenno), viceversa, raggiungono valori di luminanza compatibili con gli ambiti a cui sono funzionalmente preposti.
L'impianto a LED realizzato lungo la S.S. 38 presenta livelli si luminanza e uniformità accettabili e in accordo con la classificazione illuminotecnica della strada. Sono però stati utilizzati apparecchi con una temperatura di colore eccessivamente elevata (luce fredda) poco comfortevole.

In allegato alla presente relazione si riportano le schede dei rilievi illuminotecnici effettuati

Foto notturne in alcuni punti particolari del territorio comunale, per mostrare alcune situazioni critiche o di sotto illuminazione

Figura 3.36 – Via L. Da Vinci

Figura 3.37 – Via Industriale

Figura 3.38 – Via Valeriana

Figura 3.39 – Incrocio Via Postalesio–Via Conciliaz.

Figura 3.40 – Incrocio Via Conciliazione-Via Roma

Figura 3.41 – Piazza del Municipio

Figura 3.42– Via Roma

Figura 3.43 – Via Roma

Figura 3.44– Via Garibaldi

Figura 3.45 – Via Crotti

Figura 3.46 – Via Postalesio

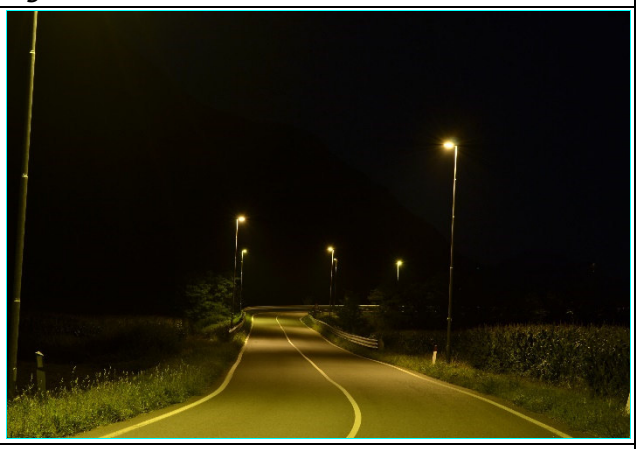


Figura 3.47 – Via Alla Stazione

Figura 3.48 – Incrocio S.P. 12-Via Al Muc

Figura 3.49 – Via Campagne (loc. Pedemonte)

Figura 3.50 – Via Vanoni

Figura 3.51 – Via Nuova

Figura 3.52 – S.S. 38

Figura 3.53 Incrocio S.S.38 – S.P.12

SCHEDA N° 1

Rilievo illuminotecnico di VIA VOLTA

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☒ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

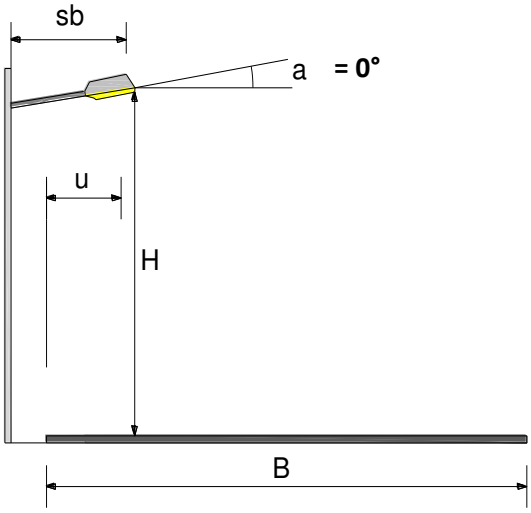
Potenza nominale 250 W

Tipo sostegno Palo rastremato in acciaio zincato

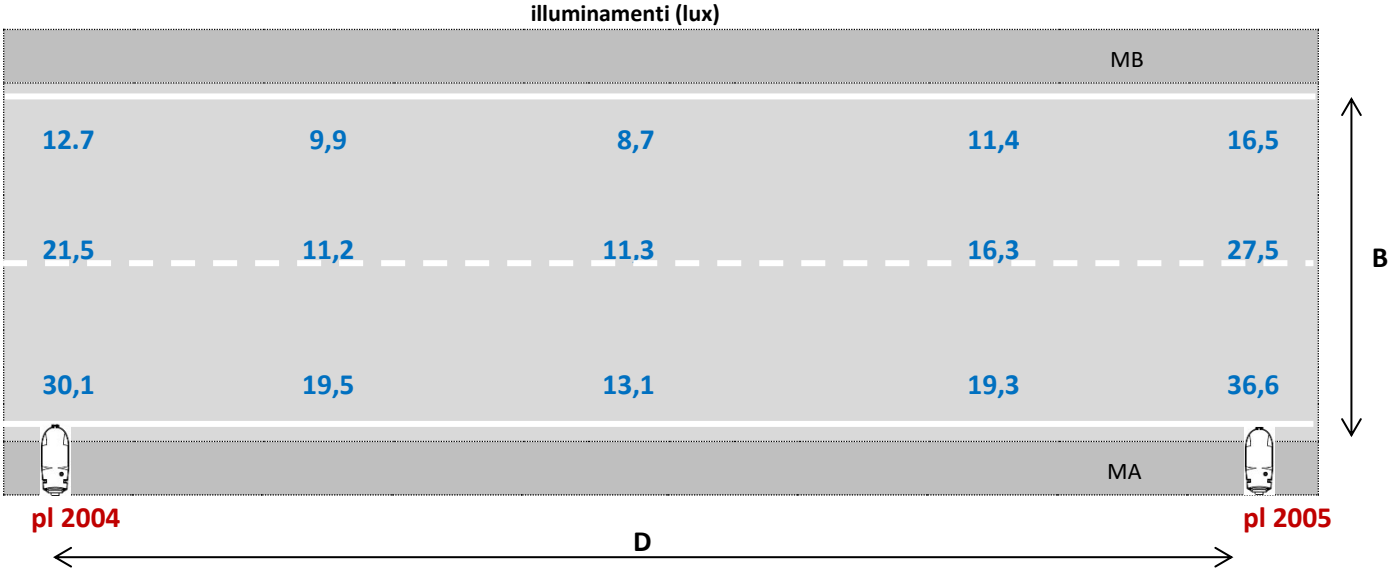
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica chiusa vetro piano – apparecchio FIVEP - Oyster

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	32,0
Altezza punto luce H (m)	12,1
Larghezza carreggiata B (m)	5,5
Larghezza marciapiede MA (m)	---
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	0,0
Avanzamento u (m)	- 1,0



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	1,24
U_0	0,49
U_l	0,38

Data del rilievo: 11 agosto 2015

pl 2005
pl 2004

SCHEDA N° 2

Rilievo illuminotecnico di VIA RANEÈ

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☒ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

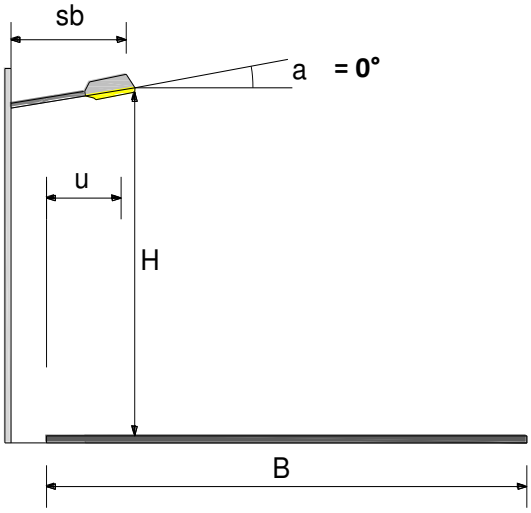
Potenza nominale 250 W

Tipo sostegno Palo rastremato in acciaio zincato

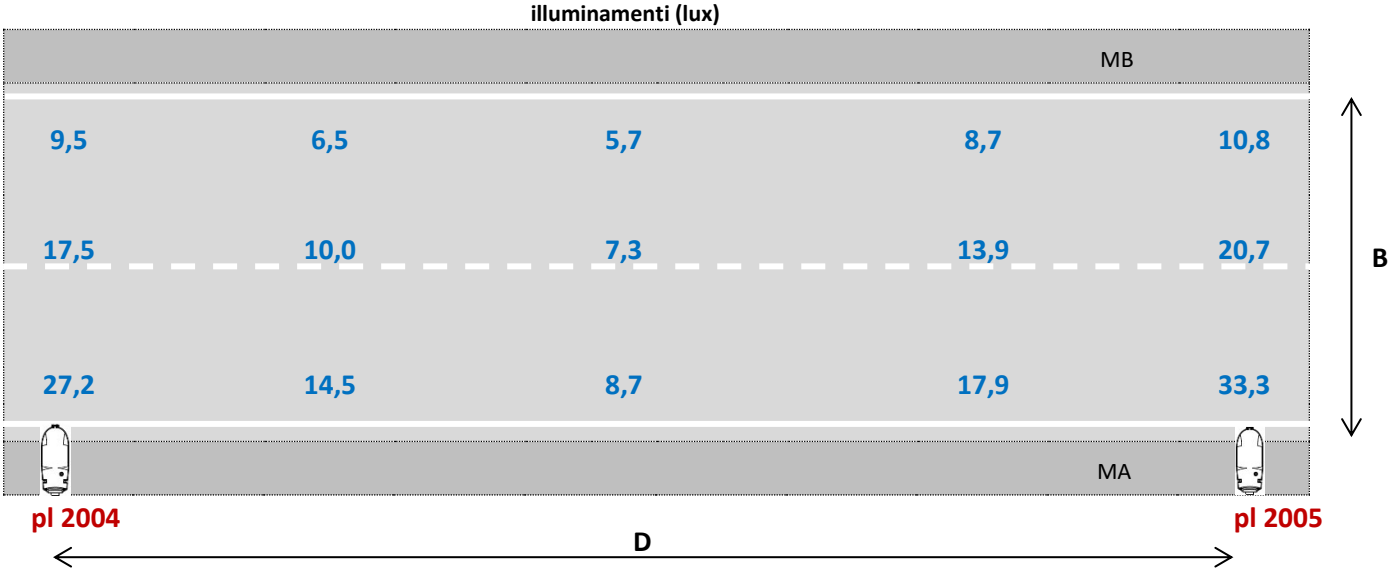
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica chiusa vetro piano – apparecchio FIVEP - Oyster

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	38
Altezza punto luce H (m)	11,8
Larghezza carreggiata B (m)	6,5
Larghezza marciapiede MA (m)	---
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	0,0
Avanzamento u (m)	- 2,0



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,99
U_0	0,40
U_l	0,30

Data del rilievo: 11 agosto 2015

Note: I valori di illuminamento rilevato sono influenzati dai proiettori della del capannone privato.

pl 1904
pl 1903

SCHEDA N° 3

Rilievo illuminotecnico di VIA MARCONI

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☒ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

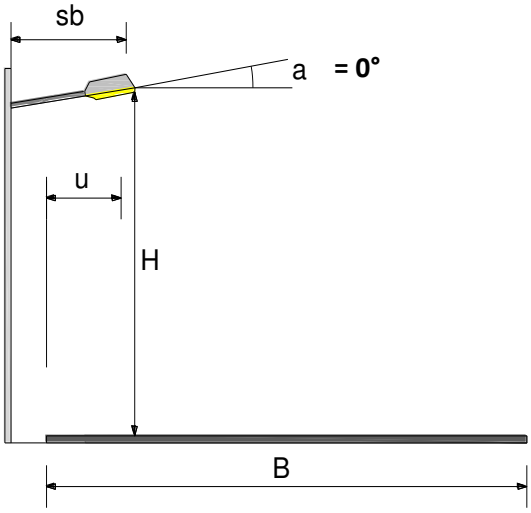
Potenza nominale 250 W

Tipo sostegno Palo rastremato in acciaio zincato

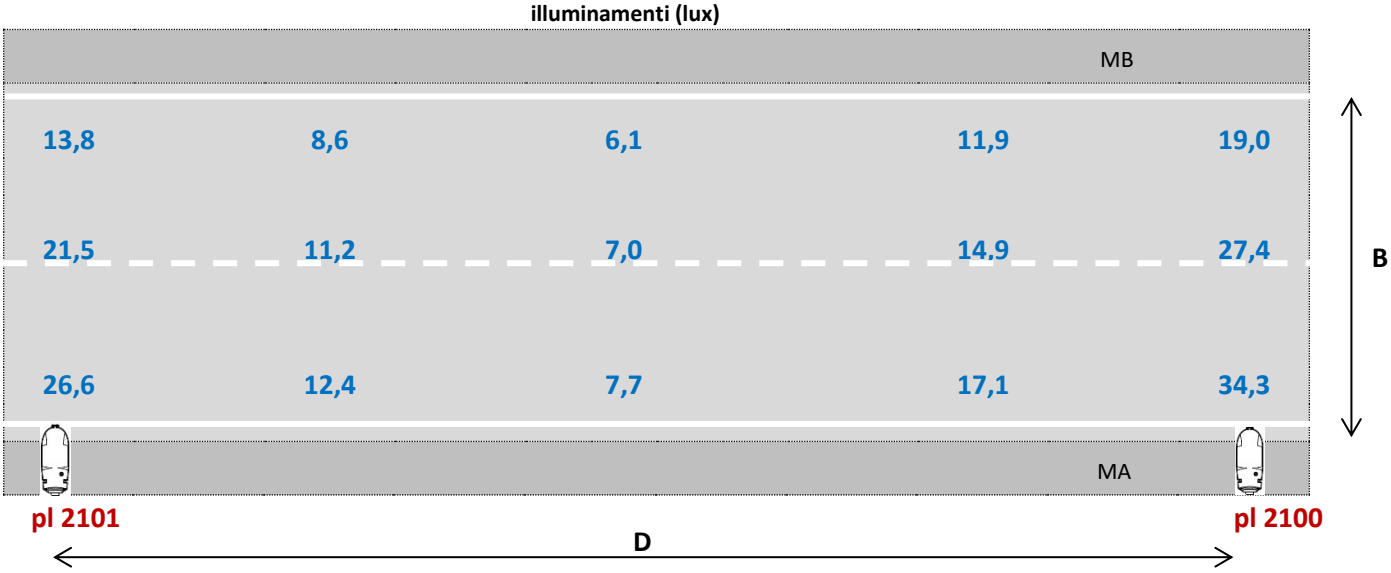
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica chiusa vetro piano – apparecchio FIVEP - Oyster

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	40
Altezza punto luce H (m)	10,50
Larghezza carreggiata B (m)	5,0
Larghezza marciapiede MA (m)	---
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	0,0
Avanzamento u (m)	0,0



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	1,12
U_0	0,38
U_l	0,24

Data del rilievo: 11 agosto 2015

pl 2100
pl 2101

SCHEDA N° 4

Rilievo illuminotecnico di VIA INDUSTRIALE

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☒ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

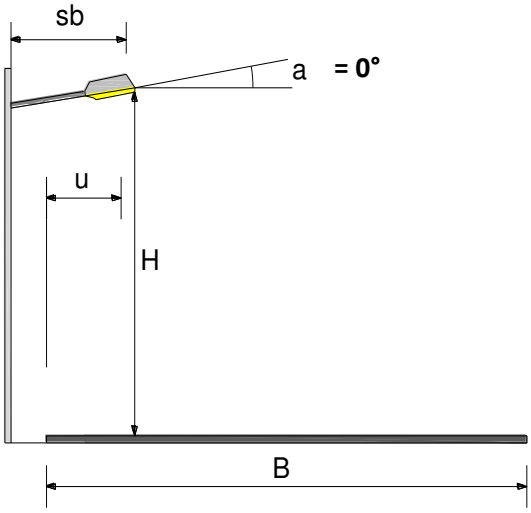
Potenza nominale **250 W**

Tipo sostegno Palo rastremato in acciaio zincato

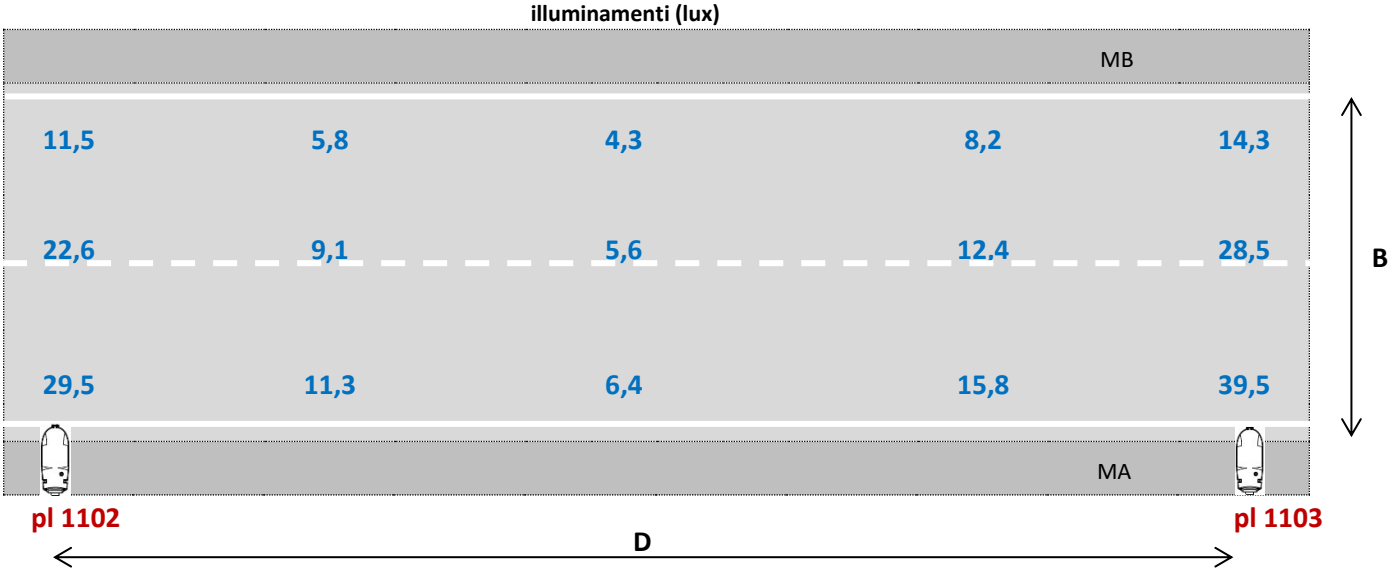
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica chiusa vetro piano – apparecchio FIVEP - Oyster

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	**42**
Altezza punto luce H (m)	**12,1**
Larghezza carreggiata B (m)	**6,6**
Larghezza marciapiede MA (m)	**---**
Larghezza marciapiede MB (m)	**---**
Sbraccio sb (m)	**0,0**
Avanzamento u (m)	**0,0**



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	1,05
U_0	0,29
U_l	0,18

Data del rilievo: 11 agosto 2015

pl 1102
pl 1103

VALT PLASTIC

SCHEDA N° 5

Rilievo illuminotecnico di VIA BERBENNO

Tipo di lampada ☒ Mercurio ☐ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

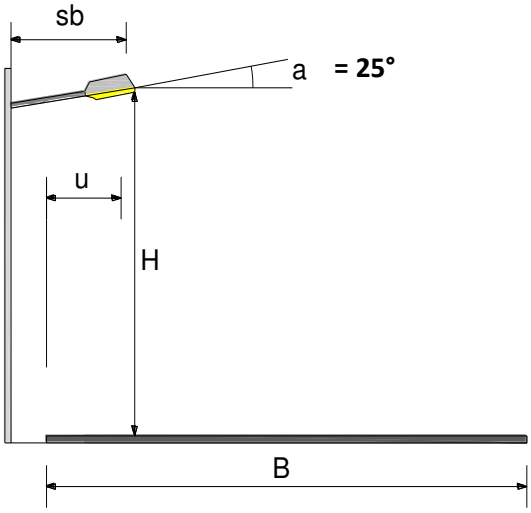
Potenza nominale **125 W**

Tipo sostegno Palo in cls vibrato più sbraccio in acciaio

Tipo apparecchio Armatura stradale ottica aperta – apparecchio GRECHI – BP77

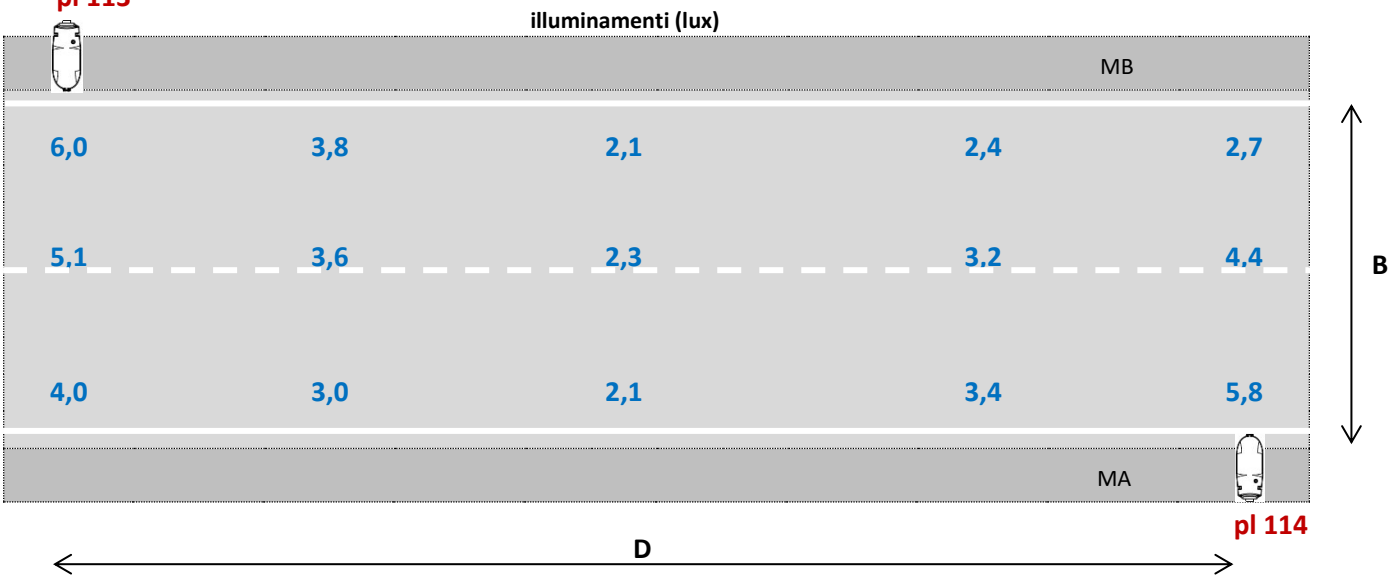
Tipo installazione Due lati a quinconce (alternati)

Interdistanza apparecchi D (m)	**26**
Altezza punto luce H (m)	**10,50**
Larghezza carreggiata B (m)	**8,9**
Larghezza marciapiede MA (m)	**---**
Larghezza marciapiede MB (m)	**---**
Sbraccio sb (m)	**2,0**
Avanzamento u (m)	**0,0**



pl 113

illuminamenti (lux)

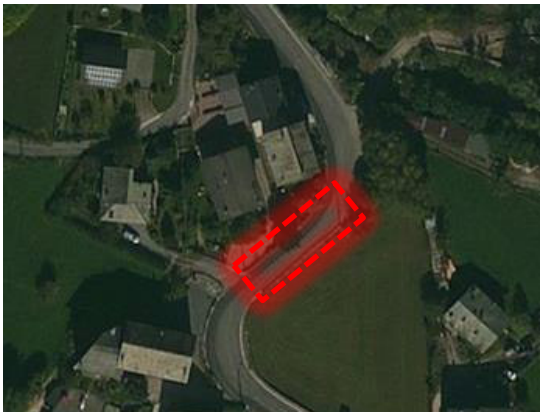


pl 114

RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,25
U_0	0,58
U_l	0,40

Data del rilievo: 11 agosto 2015
Strada fortemente sottoilluminata



pl 113
pl 114

SCHEDA N° 6

Rilievo illuminotecnico di VIA POSTALESIO

Tipo di lampada ☒ Mercurio ☐ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

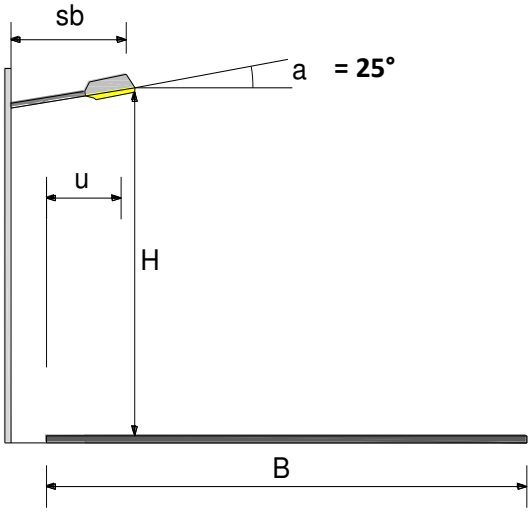
Potenza nominale **125 W**

Tipo sostegno Palo in cls vibrato più sbraccio in acciaio

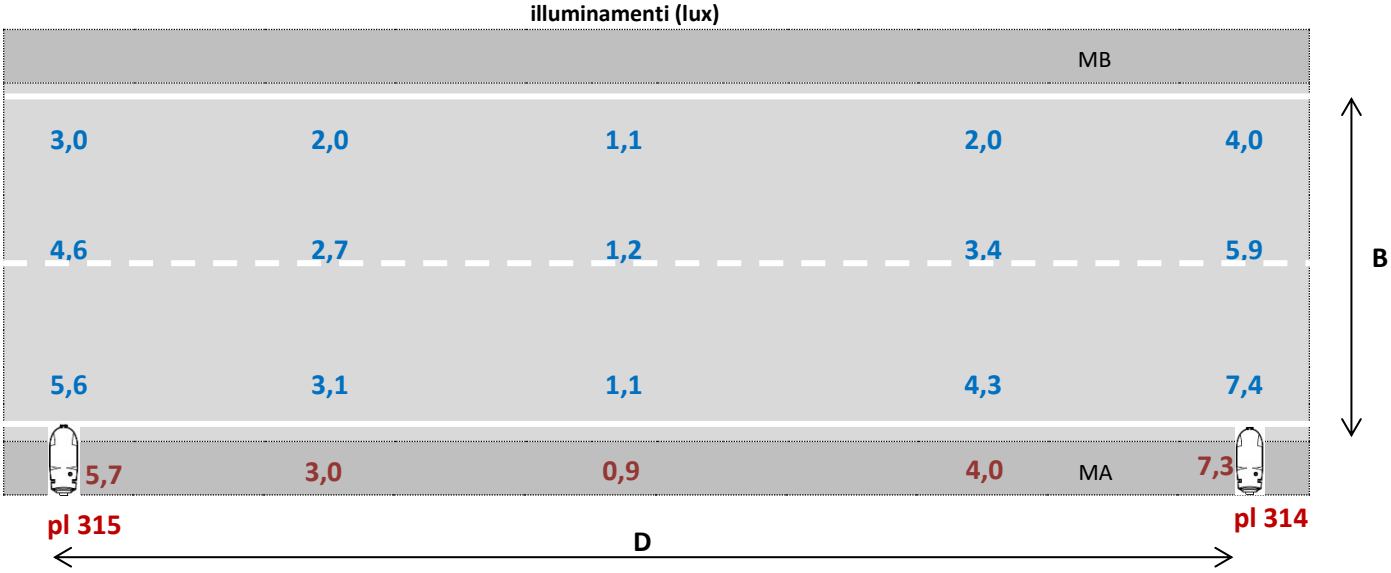
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica aperta – apparecchio FIVEP - Ariete

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	**36,0**
Altezza punto luce H (m)	**8,6**
Larghezza carreggiata B (m)	**6,0**
Larghezza marciapiede MA (m)	**1,2**
Larghezza marciapiede MB (m)	**---**
Sbraccio sb (m)	**2,0**
Avanzamento u (m)	**- 0,5**



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,24
U_0	0,32
U_l	0,17

Data del rilievo: 27 agosto 2015
Strada fortemente sottoilluminata
Marciapiede I_{med} = 4,18 lux

pl 114
pl 115

SCHEDA N° 7

Rilievo illuminotecnico di VIA VALERIANA

Tipo di lampada ☒ Mercurio ☐ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

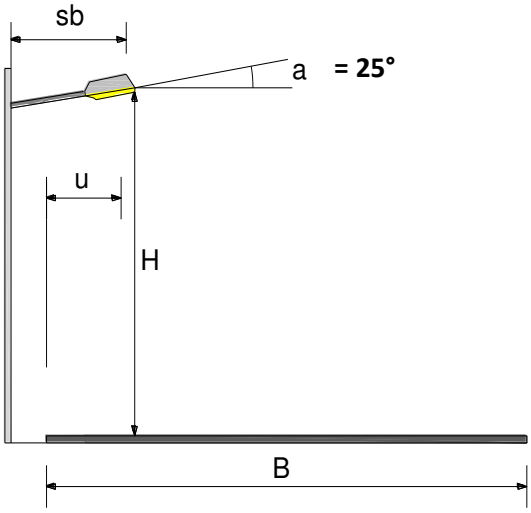
Potenza nominale **125 W**

Tipo sostegno Palo in cls vibrato più sbraccio in acciaio

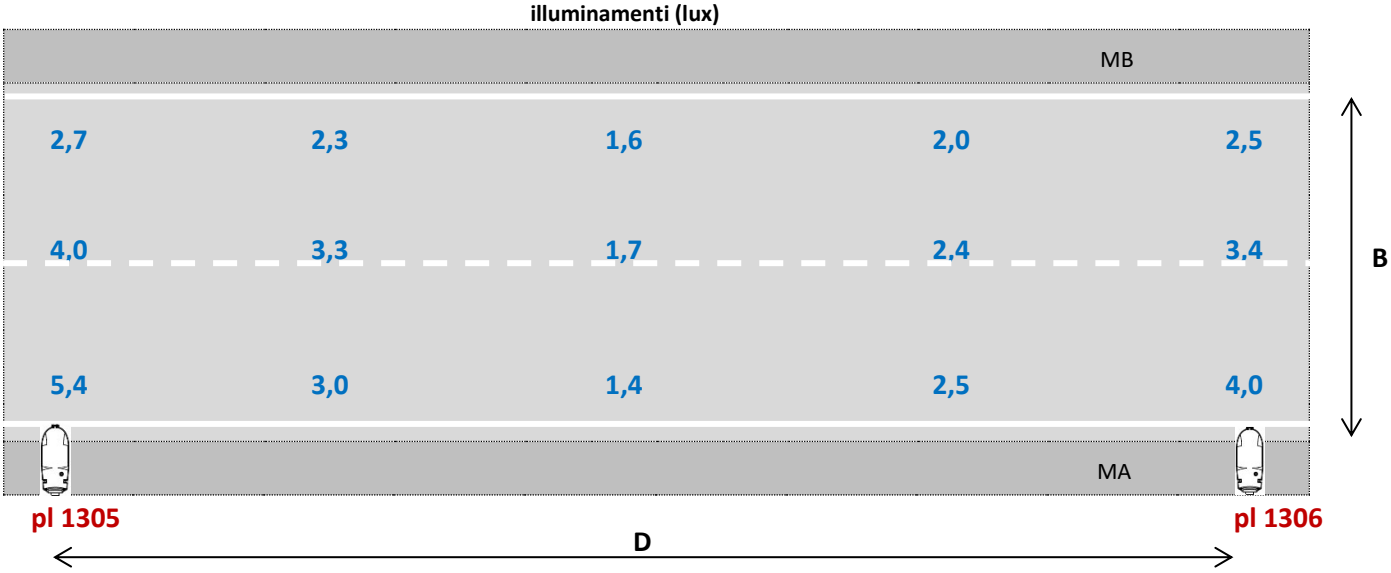
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica aperta – apparecchio tipo FIVEP - Polaris

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	**28**
Altezza punto luce H (m)	**8,2-8,4**
Larghezza carreggiata B (m)	**6,0**
Larghezza marciapiede MA (m)	**---**
Larghezza marciapiede MB (m)	**---**
Sbraccio sb (m)	**2,0**
Avanzamento u (m)	**0,0**



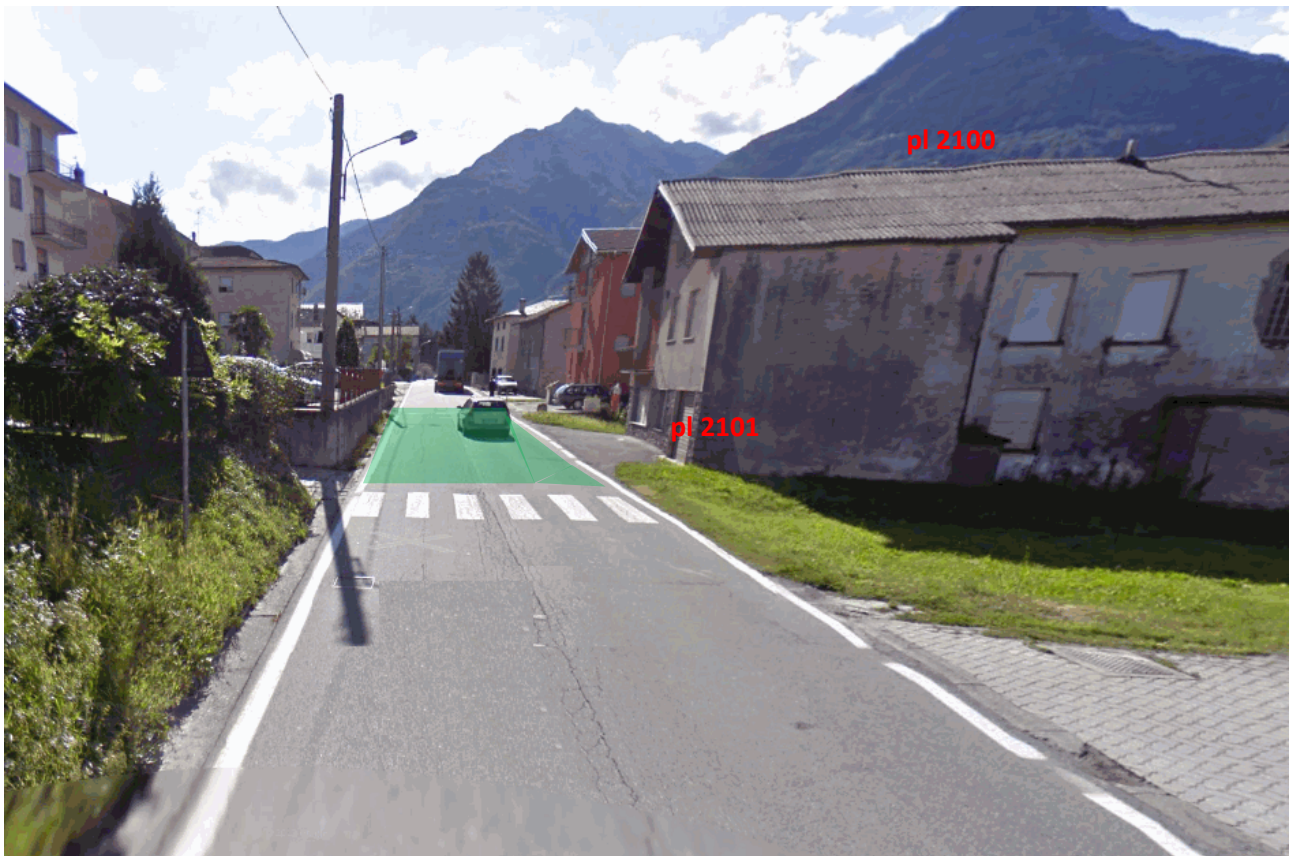
illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,20
U_0	0,50
U_l	0,33

Data del rilievo: 27 agosto 2015
Strada fortemente sottoilluminata


pl 2100
pl 2101

SCHEDA N° 8

Rilievo illuminotecnico di VIA ALLA STAZIONE

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☒ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

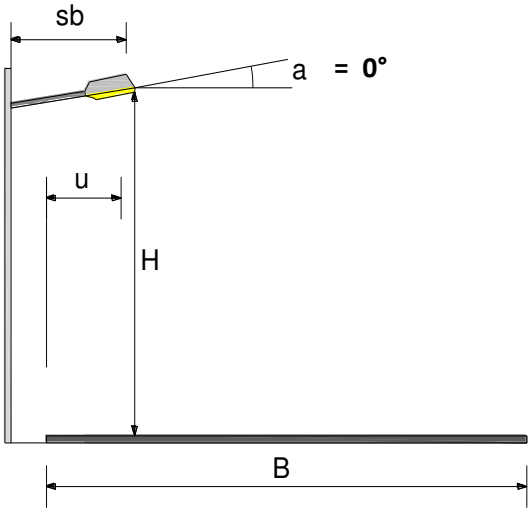
Potenza nominale 250 W

Tipo sostegno Palo rastremato in acciaio zincato

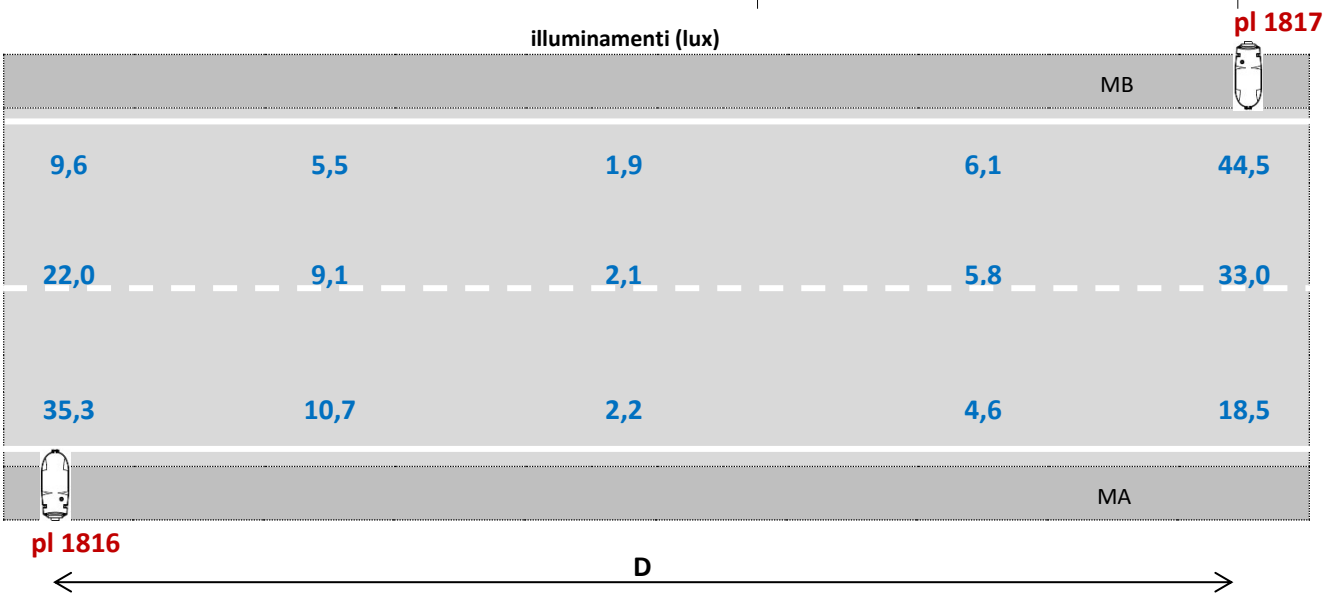
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica chiusa vetro piano – apparecchio RC LUCE - Star

Tipo installazione Due lati a quinconce (alternati)

Interdistanza apparecchi D (m)	44,0
Altezza punto luce H (m)	8,8
Larghezza carreggiata B (m)	7,0
Larghezza marciapiede MA (m)	---
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	0,0
Avanzamento u (m)	-1,5



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,98
U_0	0,14
U_l	0,05

Data del rilievo: 27 agosto 2015
La distribuzione dei PL a quinconce e alte interdistanze non garantisce uniformità accettabili e presenta comunque livelli di luminanza leggermente alti.

pl 1816
pl 1817

SCHEDA N° 9

Rilievo illuminotecnico di S.S. N. 38 DELLO STELVIO

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☐ SAP ☐ Alogenuri ☒ LED ☐ Fluorescente

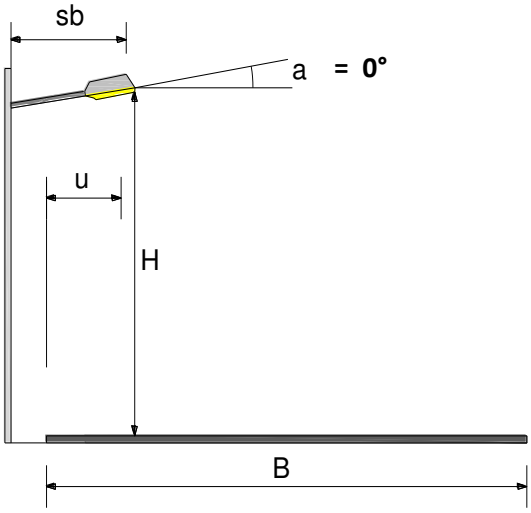
Potenza nominale 84 W

Tipo sostegno Palo rastremato in acciaio zincato

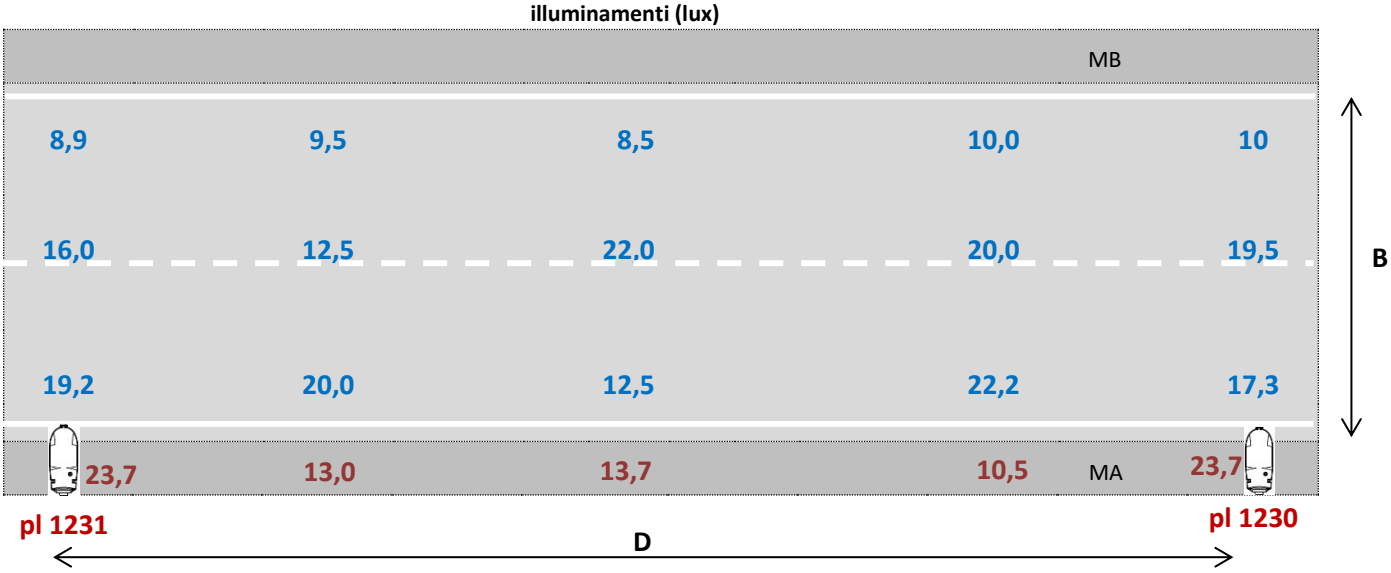
Tipo apparecchio Armatura stradale a LED – Modello IGUZZINI - Archilede

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	22,0
Altezza punto luce H (m)	10,4
Larghezza carreggiata B (m)	7,5
Larghezza marciapiede MA (m)	1,5
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	0,0
Avanzamento u (m)	- 1,2



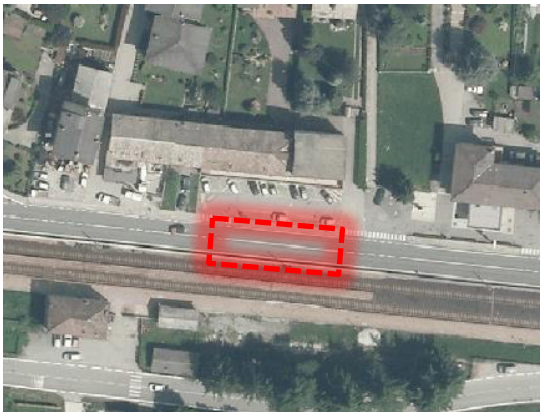
illuminamenti (lux)



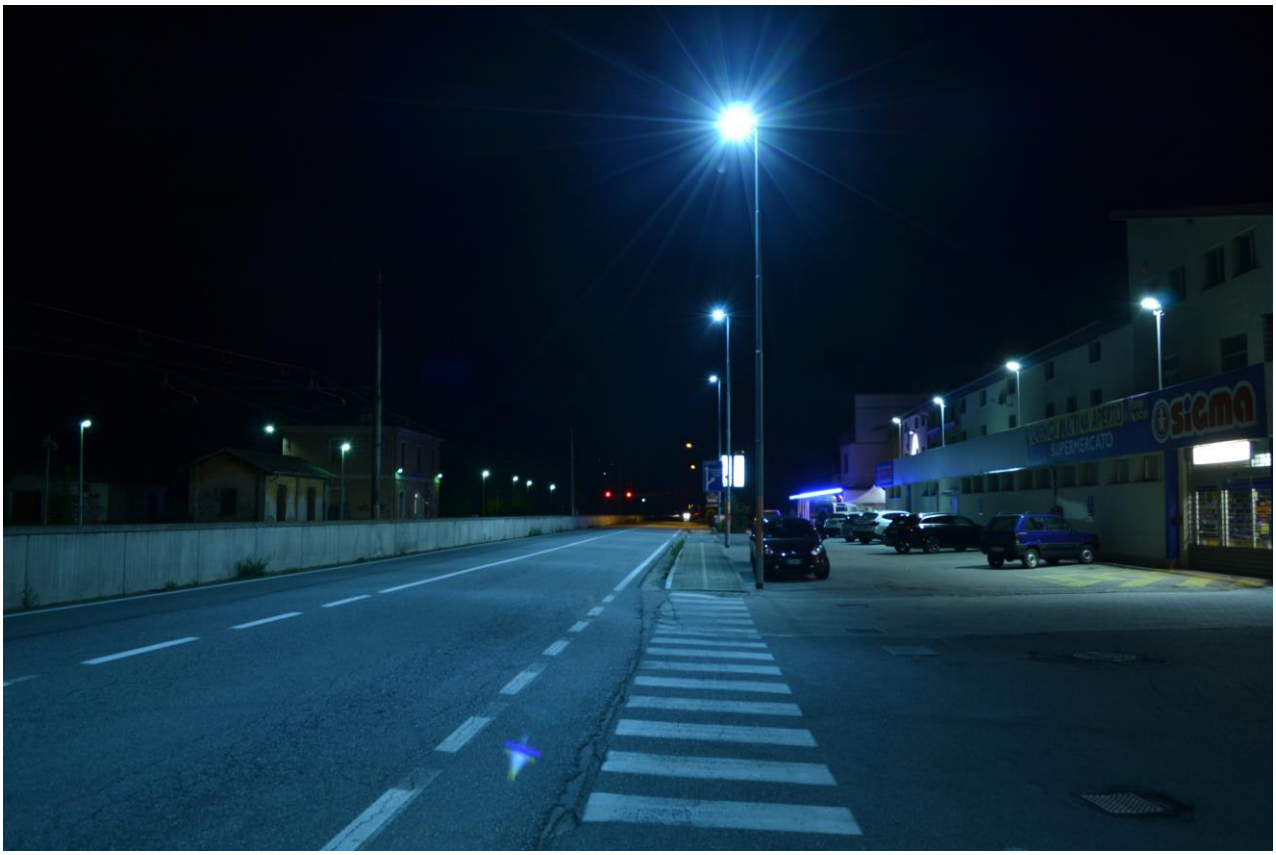
RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	1,06
U_0	0,56
U_l	0,72

Data del rilievo: 07 settembre 2015
Marciapiede I_{med} = 16,92 lux
Luminanza e uniformità accettabili; interdistanza bassa e temperatura di colore elevata (>4000K)



pl 1231
pl 1230


SIGMA

SCHEDA N° 10

Rilievo illuminotecnico di VIA ROMA

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☐ SAP ☒ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

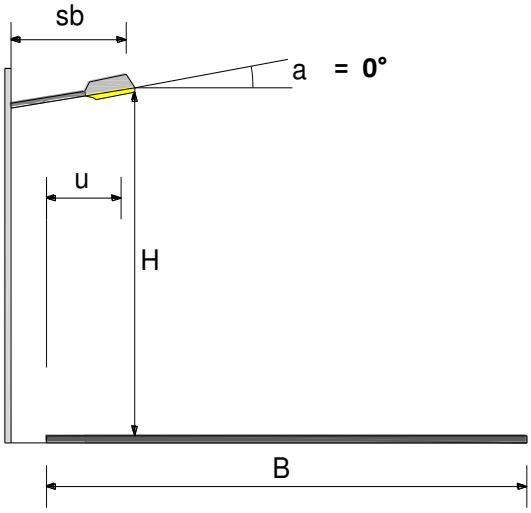
Potenza nominale 100 W

Tipo sostegno Mensola su muro

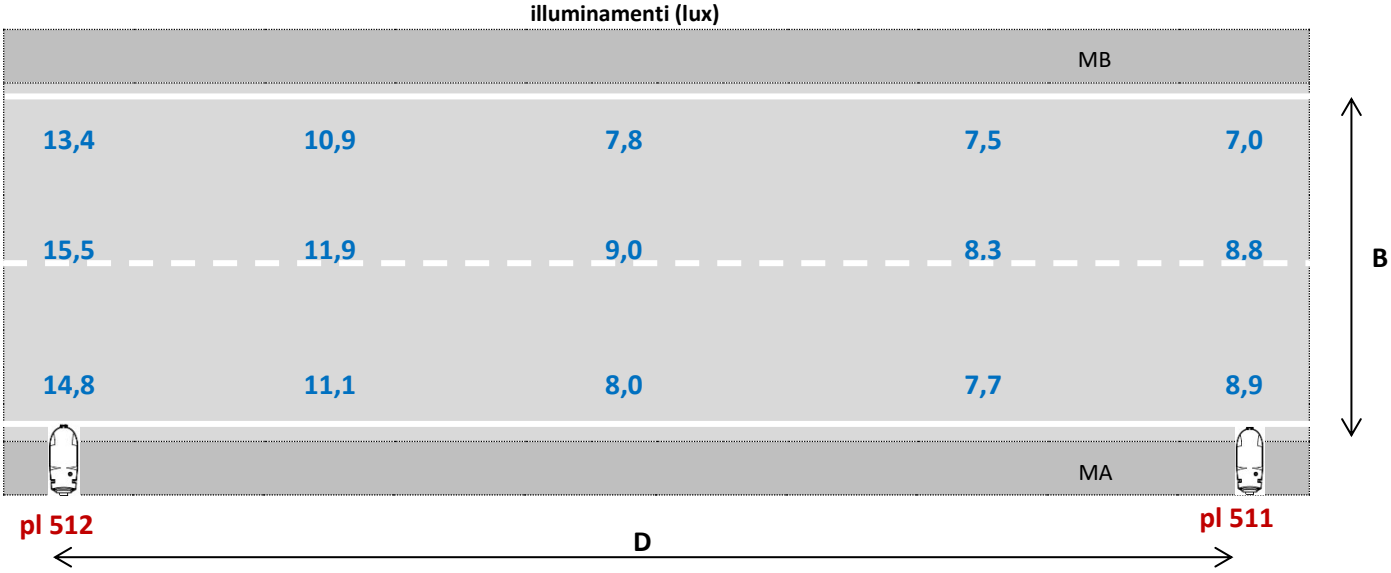
Tipo apparecchio Armatura d'arredo urbano – Modello AMOROMA – FIVEP – lampada ioduri metallici HSI

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	14,0
Altezza punto luce H (m)	7,2
Larghezza carreggiata B (m)	4,0
Larghezza marciapiede MA (m)	---
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	1,2
Avanzamento u (m)	1,1



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,70
U_0	0,70
U_l	0,53

Data del rilievo: 07 settembre 2015

pl 511
pl 512

SCHEDA N° 11

Rilievo illuminotecnico di VIA GARIBALDI

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☐ SAP ☒ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

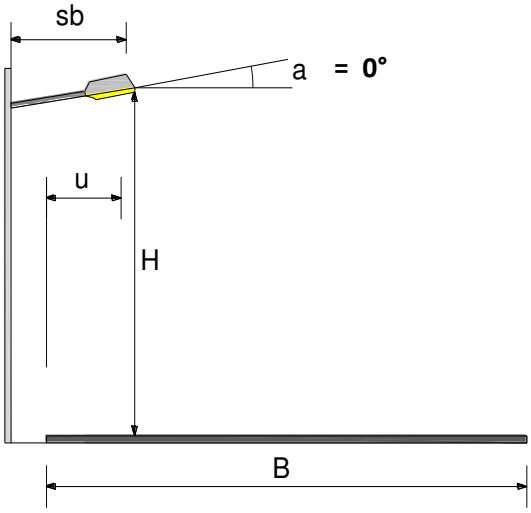
Potenza nominale 100 W

Tipo sostegno Mensola su muro

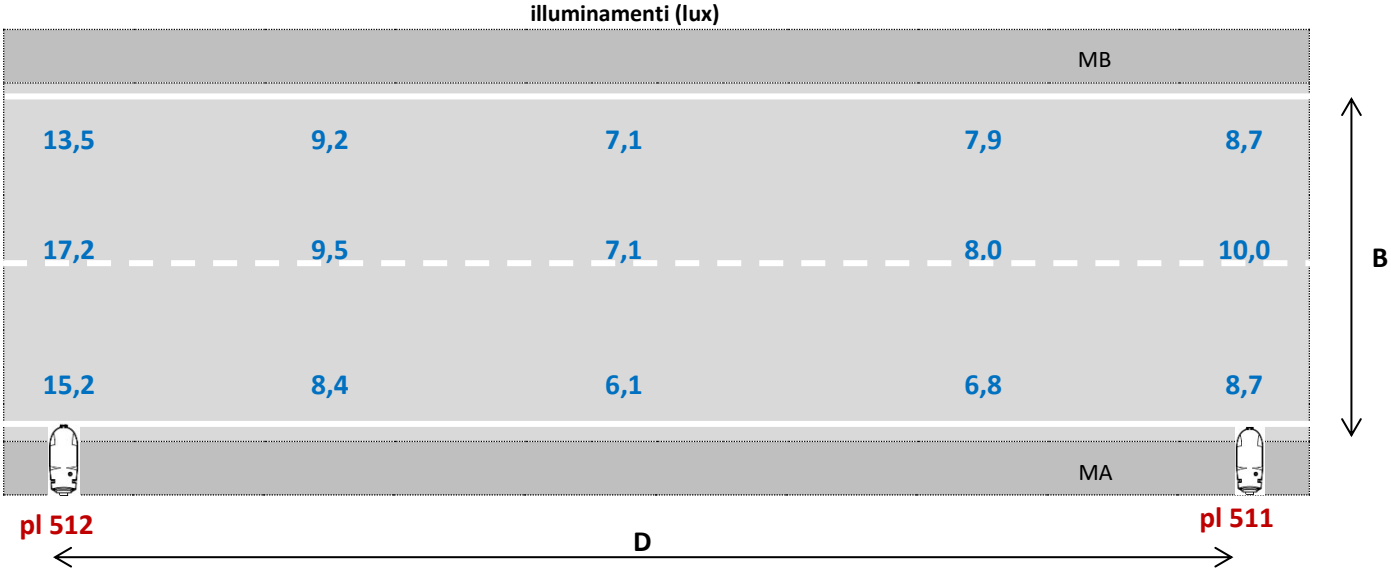
Tipo apparecchio Armatura d'arredo urbano – Modello AMOROMA – FIVEP – lampada ioduri metallici HSI

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	17,5
Altezza punto luce H (m)	6,9 -7,3
Larghezza carreggiata B (m)	4,0
Larghezza marciapiede MA (m)	---
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	1,2
Avanzamento u (m)	1,1



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,67
U_0	0,64
U_l	0,41

Data del rilievo: 07 settembre 2015
Il punto luce 512 è posizionato ad un'altezza inferiore al punto luce 511.

pl 1603
pl 1604
43
36

DV 258LN

SCHEDA N° 12

Rilievo illuminotecnico di VIA VANONI

Tipo di lampada ☒ Mercurio ☐ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

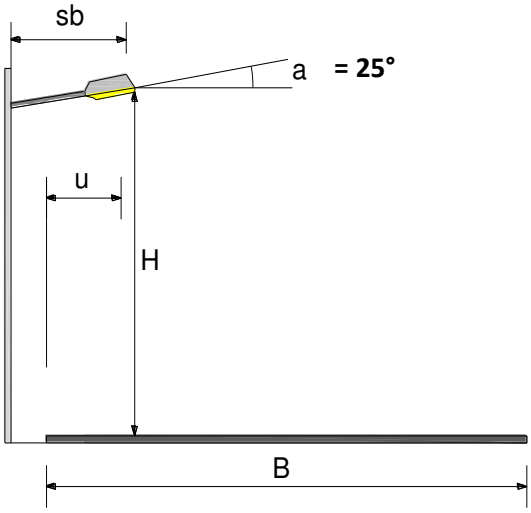
Potenza nominale **125 W**

Tipo sostegno Palo in cls vibrato più sbraccio in acciaio

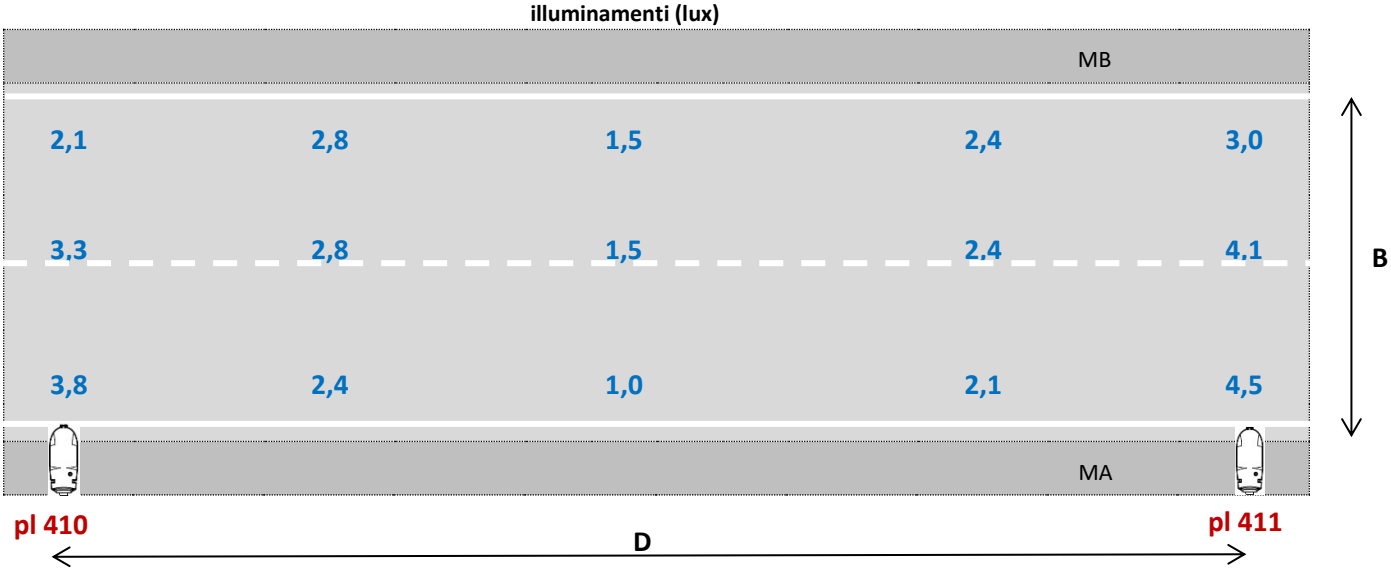
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica aperta – apparecchio FIVEP - Polaris

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	**28,0**
Altezza punto luce H (m)	**8,4**
Larghezza carreggiata B (m)	**5,0**
Larghezza marciapiede MA (m)	**---**
Larghezza marciapiede MB (m)	**---**
Sbraccio sb (m)	**2,5**
Avanzamento u (m)	**1,5**



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,18
U_0	0,38
U_l	0,29

Data del rilievo: 09 settembre 2015
Strada fortemente sottoilluminata

pl 411
pl 410

SCHEDA N° 13

Rilievo illuminotecnico di VIA NUOVA

Tipo di lampada ☒ Mercurio ☐ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

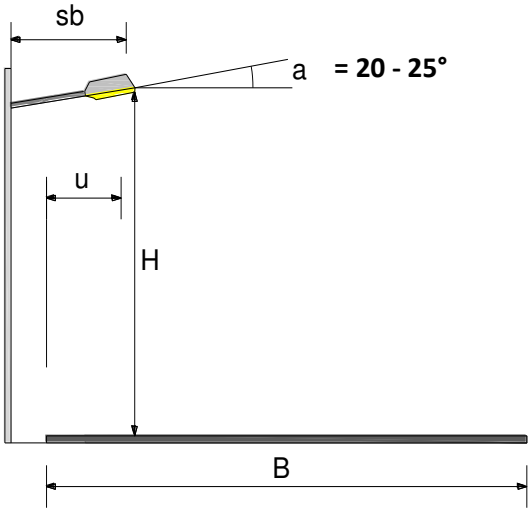
Potenza nominale 125 W

Tipo sostegno Mensola su parete

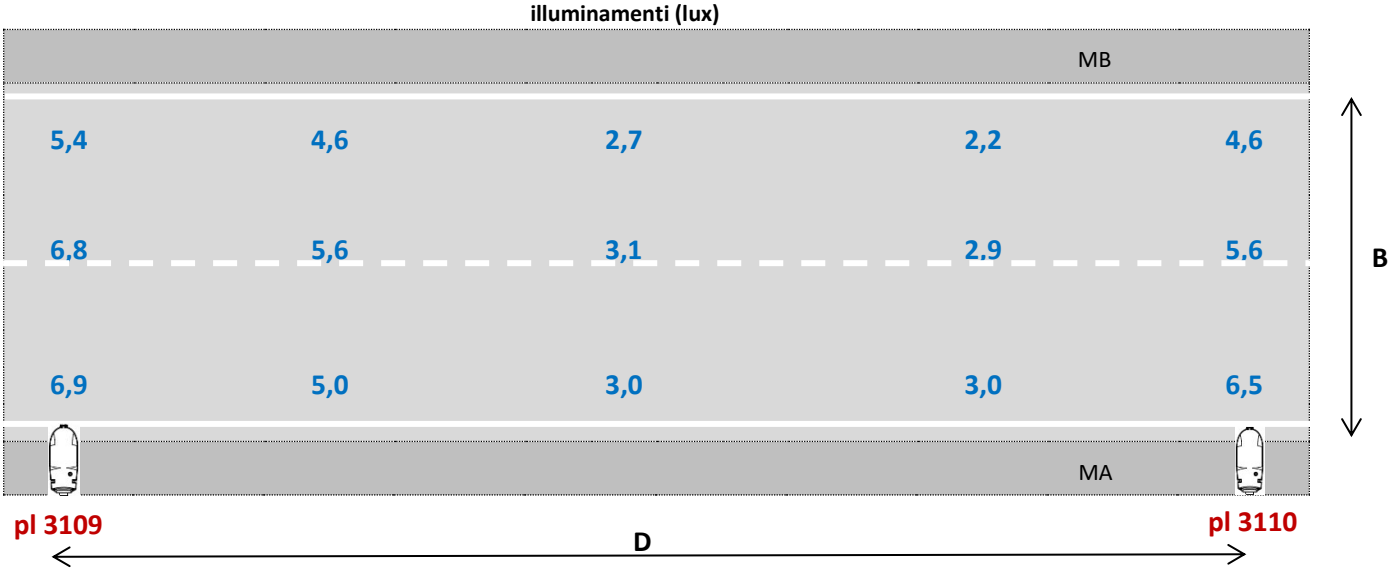
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica aperta – apparecchio FIVEP - Polaris

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	**29,0**
Altezza punto luce H (m)	**8,2**
Larghezza carreggiata B (m)	**4,5**
Larghezza marciapiede MA (m)	**---**
Larghezza marciapiede MB (m)	**---**
Sbraccio sb (m)	**2,5**
Avanzamento u (m)	**0,5–1,5**



illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,32
U_0	0,49
U_l	0,42

Data del rilievo: 07 settembre 2015

Strada sottoilluminata

pl 3110
pl 3109

SCHEDA N° 14

Rilievo illuminotecnico di VIA MEDERA

Tipo di lampada ☐ Mercurio ☒ SAP ☐ Alogenuri ☐ LED ☐ Fluorescente

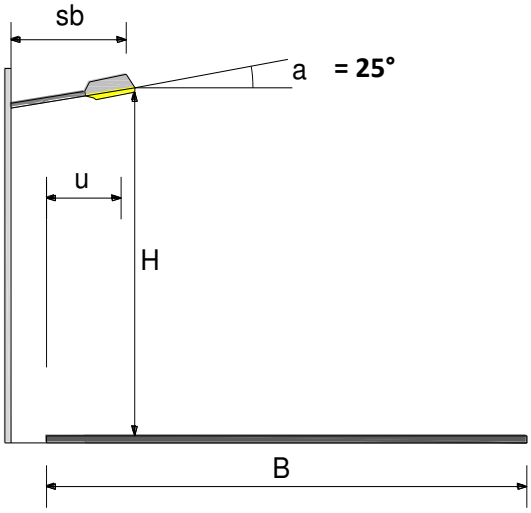
Potenza nominale 100 W

Tipo sostegno Palo in cls vibrato più sbraccio in acciaio

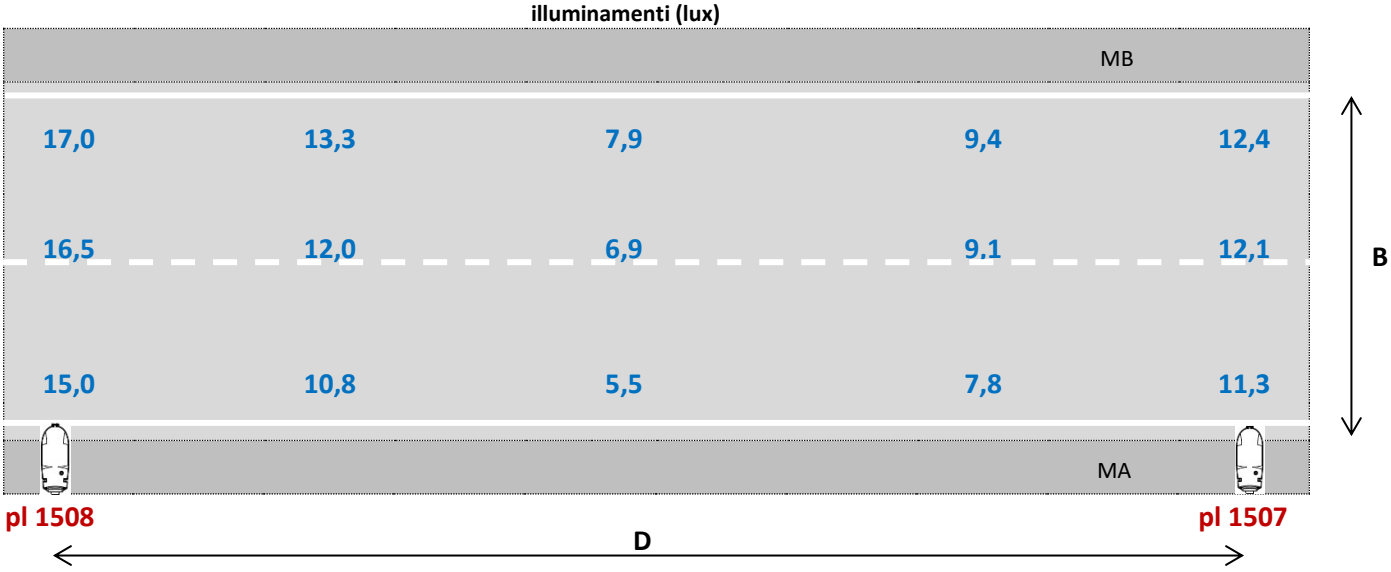
Tipo apparecchio Armatura stradale ottica chiusa vetro piano – apparecchio SCHREDER - Squalo

Tipo installazione Un lato

Interdistanza apparecchi D (m)	21,0
Altezza punto luce H (m)	8,1-9,1
Larghezza carreggiata B (m)	5,0
Larghezza marciapiede MA (m)	---
Larghezza marciapiede MB (m)	---
Sbraccio sb (m)	1,5
Avanzamento u (m)	0,0-0,5



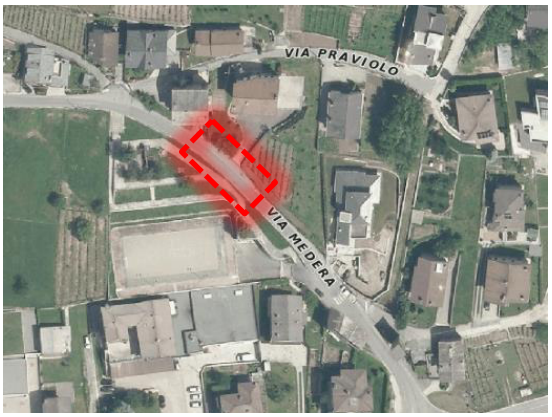
illuminamenti (lux)



RISULTATI ILLUMINOTECNICI
(cd/m²)

L_m	0,78
U_0	0,49
U_l	0,39

Data del rilievo: 09 settembre 2015
Luminanza accattabile, uniformità scarsa, interdistanza bassa.



pl 1507
pl 1508