PROVINCIA DI ORISTANO

COMUNE DI NURACHI

PIANO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL COMUNE DI NURACHI

PROGETTISTI

dott.ing. Marco Sulis

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI CAGLIARI N. 5618 Dott. Ing. Marco Sulis

dott.ing. Christian Soi

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI CAGLIARI N. 5617 Dott. Ing. Christian Soi

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

dott.ing. Antonio Mastinu

REVISIONI

09/2014

ELABORATO

RELAZIONE GENERALE

ALLEGATO

A

data: Dicembre 2014

CAPITOLO I

OBIETTIVI DEL PIANO COMUNALE DELL'ILLUMINAZIONE

1.1 PREMESSA

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

In particolar modo i Comuni sono obbligati a dotarsi di piani per l'illuminazione pubblica, entro il termine di due anni dall'adozione delle "LINEE GUIDA PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E RELATIVO CONSUMO ENERGETICO" così come definite dalla Delibera G.R. n. 48/31 del 29/11/2007.

La realizzazione di un piano di illuminazione ha la funzione di fotografare la situazione territoriale ed in seguito di organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della succitata legge.

Si pone quindi come strumento principe per renderla più efficace ed operativa.

Gli ambiti operativi dei Piani di illuminazione pubblica sono i seguenti:

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

Le linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico di cui alla legge Regionale n. 2 del 29.05.2007 art. 19, approvate con delibera di G.R. n. 48/31 del 29.11.2007, definiscono all'art. 10 più dettagliatamente e puntualmente i contenuti del piano dell'illuminazione; in particolare tali strumenti devono contenere:

- *la ricognizione dello stato di fatto (affrontata nei capitoli 2 e 3 dell'allegato);*
- *la classificazione del territorio e della viabilità (affrontata nel capitolo 4 del dell'allegato);*
- *la pianificazione ed il risanamento ambientale (affrontati nei capitoli 5, 6, e 7 dell'allegato).*

Il piano, comprensivo di relazione generale introduttiva, elaborati grafico-planimetrici, norme di attuazione e stima degli interventi da porre in essere, sarà realizzato secondo le normative vigenti (Nuovo codice della strada D. Lgs. 30 Aprile 1992 n. 285, Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale leggi n. 9 del 10/01/1991, norme tecniche europee e nazionali tipo CEI , DIN e UNI) nel pieno rispetto delle linee guida della regione Sardegna in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo risparmio energetico – Delibera n. 48/31 del 29 Novembre 2007.

1.2 CRITERI METODOLOGICI ED OPERATIVI

a. Individuazione delle fasi di studio e sviluppo del piano

Per meglio definire la redazione del P.I.C., diviene particolarmente rilevante analizzare le aspettative di sviluppo urbanistico programmate dal P.U.C. per il territorio comunale.
Le previsioni relative all'espansione residenziale, delle zone a destinazione artigianale, industriale, commerciale e l'analisi della struttura dei servizi esistenti ed in progetto, quali la creazione di nuovi parcheggi e zone di servizi in generale, diventano il presupposto fondativo per l'elaborazione di proposte progettuali in sintonia con le linee di sviluppo del Comune.
Si riporta di seguito l'illustrazione delle fasi di studio e della struttura del Piano nelle sue linee essenziali.

a.1 Suddivisione del territorio

Definizione delle scelte tecniche progettuali da adottarsi tenendo conto delle seguenti realtà:

Suddivisione in Aree omogenee: in zone residenziali di nuova o recente formazione, centro storico, zone industriali e/o artigianali, parchi o giardini pubblici, impianti sportivi, arterie di grande traffico, circonvallazioni, campagna, ecc., anche in funzione che potrebbe influenzare l'integrità dell'impianto, la viabilità e la visibilità.

Relazioni:
introduzione sulla distribuzione del territorio comunale e la sua suddivisione in aree omogenee;
caratteristiche dell'illuminazione sul territorio;
stato dell'inquinamento luminoso sul territorio comunale;
descrizione delle aree a particolari destinazione, delle zone e degli edifici critici, e del contesto in cui sono inserite;
rilievo grafico, documentale e fotografico della situazione esistente nell'illuminazione.

Elaborati Grafici:
planimetrie del territorio comunale suddiviso per aree omogenee (compatibile con il P.U.C. vigente)

a.2 Rilievo degli impianti esistenti

Rilevamento delle seguenti caratteristiche essenziali degli impianti:
proprietari e gestori (ENEL, Comuni, altri soggetti);
alimentazione, potenze elettriche impiegate e tipo di distribuzione elettrica, quadri elettrici;
tipologie degli apparecchi installati (stradali, lampioni, sfere, etc.), dei supporti adottati (pali singoli e multipli, a sospensione, a mensola o parete, etc.) e del loro stato di conservazione;
distribuzione delle sorgenti luminose suddivise per tipo (fluorescenza, sodio AP o BP, Ioduri Metallici, Vapori di Mercurio, etc.) ed in base alle potenze (50W, 100W, etc.);
verifica dell'illuminamento esistente lungo i tracciati viari a più elevato traffico, e maggiormente a rischio.

Relazioni:
stato di fatto dei quadri e degli impianti elettrici, eventuali carenze, conformità alle norme vigenti in materia;

stato degli impianti d'illuminazione pubblica esistenti e loro compatibilità con le linee guida regionali e la normativa vigente;
rilievo dei parametri illuminotecnici fondamentali.

Elaborati Grafici:
planimetria dei punti luce e delle tipologie esistenti, identificazione quadri elettrici;
planimetria delle tipologie esistenti di sostegni e dello stato di conservazione;
planimetria delle sorgenti luminose esistenti.

a.3 Linee guida illuminotecniche operative

1.3 Classificazione Rete Viaria

Individuazione della rete viaria esistente (urbana, extraurbana, pedonale, etc.), suddivisione e classificazione delle vie sulla base del codice della strada ed alle indicazioni delle norme tecniche ed individuazione dei parametri illuminotecnica caratteristici.
Scelte tecniche – Impiantistiche: Per nuovi impianti o per l'adeguamento di quelli vecchi
gradi di protezione (IP) e Classe di isolamento (I o II);
geometria e tipologia degli impianti (pali, mensole, a parete, etc.);
posa delle linee elettriche (aeree, sotterranee);
miglioramento del rendimento illuminotecnico globale (rapporto fra flusso utile e potenza installata);
inserimento in linea di regolatori per il controllo ed eventuale telecontrollo del flusso luminoso emesso, e la variazione secondo specifiche curve di calibratura;
previsione di sistemi elettronici diagnostici finalizzati a ridurre la manutenzione degli impianti e migliorare i servizi.

1.4 Scelte progettuali specifiche

- scelte progettuali ed operative per aree omogenee;
- ottimizzazione:della segnaletica luminosa secondo criteri di visibilità e di priorità;dell'illuminazione commerciale nel rispetto della salvaguardia dell'ambiente cittadino, limitandone la potenza, l'estensione e la diffusione.
- Adozione di criteri contro l'inquinamento luminoso.
- Scelte progettuali per applicazioni che richiedono scelte illuminotecniche prioritarie in corrispondenza di aree a rischio (generalmente molto limitate) che richiedono maggiori attenzioni fra le quali:
- monumenti, edifici storici o comunque vincolati;
- centri sportivi (campi di calcio, palestre, etc.);
- aree scolastiche (in prossimità degli ingressi);
- centri commerciali (in corrispondenza di aree ad intenso traffico pedonale);
- aree di interscambio, come gli accessi alle stazioni ferrovia rie;
- importanti svincoli su strade di intenso traffico urbano ed extraurbano.

Relazioni:

- classificazione del tracciato viario secondo la norma UNI11248 ed identificazione delle principali aree sensibili classificate secondo la norma UNI EN13201-2;
- linee guida che dettano le scelte tecniche e progettuali illuminotecniche e elettrotecniche da adottarsi per ciascuna area omogenea o specifica applicazione, e per i futuri impianti d'illuminazione;
- formulazione di una soluzione integrata di riassetto illuminotecnico del territorio comunale identificando, in ogni specifico contesto: le tipologie di corpi illuminanti da installare, le sorgenti luminose, i tipi di posa e le tipologie di impianti con specifici riferimenti ed esempi progettuali, costruttivi e impiantistici per un'integrazione con il territorio, di tutti i servizi logicamente e fisicamente integrabili (gestione funzionale, manutenzione, etc.) nel comparto illuminazione.

a.4 Pianificazione

Relazioni di Adeguamento:

- individuazione delle priorità d'intervento per quanto concerne sicurezza, consumo energetico e l'inquinamento luminoso, relativamente a vecchi e nuovi impianti;
- verifica della presenza di: abbagliamenti molesti, illuminazione intrusiva, evidenti inquinamenti luminosi, disuniformità, insufficienza o sovrabbondanza di illuminazione identificando gli elementi correttivi;
- verifica degli impianti d'illuminazione privata palesemente in contrasto con la Del G.R.43/81 del 29/11/2007 e successive modifiche, identificando, le possibili azioni correttive, tenendo conto che questo punto dovrebbe essere oggetto di una verifica specifica e puntuale (corredate di schede specifiche d'intervento);
- analisi delle "evidenze" presenti sul territorio che necessitano particolare attenzione ed approfondimento data la natura storica-architettonica, identificazione di proposte progettuali compatibili con il territorio e le norme vigenti.

Relazioni di Pianificazione:

- definizione di un piano di adeguamento degli impianti a medio termine o lungo termine (se non sussista l'obbligo di legge immediato adeguamento del territorio), con l'indicazione degli investimenti da mettere a bilancio secondo le priorità definite con l'Amministrazione Comunale;
- definizione dei piani di manutenzione degli impianti.

Elaborati Grafici:

- Planimetria della distribuzione delle situazione critiche (pubbliche e private sul territorio), Schede tecniche per ciascun impianto critico con proposta di intervento.

a.5 Strumenti accessori al piano

- bozza di delibera comunale per l'adozione del Piano dell'Illuminazione;
- integrazione al regolamento edilizio per le lottizzazioni e per l'edilizia;

1.5 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini della presente si applicano i termini e le definizioni di cui alla UNI EN 13201-2 e UNI EN 13201-3 e i termini e le definizioni seguenti:

inquinamento luminoso: ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale e, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte;

osservatorio astronomico ed astrofisico: la costruzione adibita in maniera specifica all'osservazione astronomica, a carattere pubblico o privato, professionale o non professionale, di rilevanza nazionale, regionale, provinciale, che svolga, ad ogni modo, attività di divulgazione e ricerca scientifica, con strumentazione dedicata all'osservazione notturna;

aree naturali tutelate: gli ambiti territoriali ad elevato valore ambientale, oggetto di misure di protezione quali aree naturali protette (ex L. 394/91, ex L.R. 31/89) e aree della Rete Natura 2000;

zone di particolare tutela e protezione: l'area circoscritta ad osservatori astronomici e ad aree naturali tutelate con estensione definita al successivo paragrafo 11, per le quali valgono ulteriori disposizioni integrative a quelle valide per tutto il territorio regionale;

luce intrusiva: ogni forma di irradiazione artificiale diretta su superfici o cose cui non è funzionalmente dedicata o per le quali non è richiesta alcuna illuminazione;

abbagliamento: disturbo legato al rapporto tra l'intensità della luce che arriva direttamente al soggetto dalla sorgente e quella che gli arriva dalla superficie illuminata dell'impianto;

piano di illuminazione pubblica: atto di governo adottato dalle Amministrazioni Comunali ad integrazione del piano regolatore comunale che, nell'ambito della pianificazione del territorio, consente la progettazione ecosostenibile del sistema di illuminazione, finalizzata cioè, alla riduzione dell'inquinamento luminoso, al risparmio del consumo energetico, al miglioramento della sicurezza del traffico e delle persone, e alla tutela e sostenibilità ambientale;

piano di risparmio energetico: stesura di una previsione di ristrutturazione corredata di bilancio energetico/economico, e identificazione delle opportunità tecnologiche che potrebbero favorire una illuminazione a basso impatto ambientale e a maggiore risparmio energetico;

luminanza: il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una sorgente verso una superficie perpendicolare alla direzione del flusso e l'area della superficie stessa;

luminanza media mantenuta della superficie da illuminare: il limite minimo del valore medio di luminanza nelle peggiori condizioni dell'impianto;

intensità luminosa: esprime la concentrazione di luce radiata in un secondo in una specifica direzione. L'unità di misura è la candela (cd);

flusso luminoso: prodotto tra la potenza emessa da una sorgente luminosa puntiforme e il coefficiente di visibilità. Il flusso luminoso si misura in lumen;

illuminamento: grandezza fotometrica risultante dal rapporto tra il flusso luminoso emesso da una sorgente e l'unità di superficie dell'oggetto illuminato;

efficienza luminosa di una sorgente di luce: rapporto tra il flusso luminoso emesso da una sorgente ed il flusso totale di energia emesso da una sorgente. E' espresso in lumen/watt;

abbagliamento debilitante: abbagliamento prodotto da sorgenti di luce, che può compromettere la percezione visiva, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.

carreggiata: parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia ed, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine. (1)

categoria illuminotecnica: categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.

categoria illuminotecnica di esercizio: categoria illuminotecnica che descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa

categoria illuminotecnica di progetto: categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di riferimento in base al valore dei parametri di influenza considerati nella valutazione del rischio.

categoria illuminotecnica di riferimento: categoria illuminotecnica determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.

complessità del campo visivo: parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito. (2) (3) (4) (5) (6)

condizione di illuminazione: insieme coerente di parametri illuminotecnici e dei loro valori numerici in grado di quantificare le prestazioni illuminotecniche di un impianto in una data zona di studio.

difficoltà nella guida: grado di sforzo compiuto dall'utente della strada, in base alle informazioni a sua disposizione, per individuare la strada e la corsia e per mantenere o variare velocità e posizione sulla carreggiata. (7)

dispositivi rallentatori: dispositivi applicati alla pavimentazione stradale atti a rallentare il flusso di traffico.

flusso di traffico di ciclisti: parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio riferita ai ciclisti valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.

flusso di traffico motorizzato: parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.

indice di rischio di aggressione: parametro che compara il rischio di aggressioni in una data zona di studio, con un riferimento condiviso.

intersezioni a livelli sfalsati (svincoli): insieme di infrastrutture (sovrappassi, sottopassi e rampe) che consente lo smistamento delle correnti veicolari tra rami di strade posti a diversi livelli.

intersezioni a raso e/o a rotatoria (incroci) : area comune a più strade organizzata in modo da consentire lo smistamento delle correnti di traffico dall'una all'altra di esse.

luminanza ambientale: luminanza presente nell'ambiente dovuta alle sorgenti di luce.

parametro di influenza: parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica. (8) (9)

portata di servizio: valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada misurato in veicoli equivalenti per ora.

portata di servizio per corsia: valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla corsia misurato in veicoli equivalenti per ora.

regolatore di flusso luminoso: sistema o metodo che permette, associato a una adeguata procedura, di regolare il flusso luminoso emesso da uno o più apparecchi di illuminazione in funzione di uno o più parametri specificati.

segnale cospicuo: segnale che attrae l'attenzione dei conducenti degli autoveicoli a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e soprattutto della luminanza, in conseguenza sia dell'illuminazione propria sia delle caratteristiche di retroriflessione.

strada : area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali. (10)

tipo di strada : classificazione delle strade riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.

tipo di utente : classificazione delle persone o dei veicoli in una zona esterna pubblica adibita al traffico.

traffico motorizzato (M) : tipo di utente consistente nei veicoli a motore con velocità maggiore di 50 km/h.

veicoli lenti (S) : tipo di utente consistente in veicoli a motore, compresi i ciclomotori, in veicoli trainati da animali e in persone su animali, caratterizzati da una velocità minore o uguale a 50 km/h.

utente principale : tipo di utente di maggior rilevanza nella zona in considerazione.

zona di conflitto : zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti.

zona di studio : parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione.

NOTE:

(1) La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.

(2) La complessità del campo visivo dipende anche dalle condizioni di illuminazione dell'ambiente in quanto influenza il livello di adattamento dell'occhio.

(3) Il parametro può essere valutato in modo quantitativo attraverso modelli matematici del fenomeno della visione, ma ai fini della presente norma UNI 11248 è spesso sufficiente una valutazione di tipo qualitativo (per esempio complessità elevata o normale).

(4) Esempi di elementi che possono elevare la complessità del campo visivo sono i cartelli pubblicitari luminosi, le stazioni di servizio fortemente illuminate, gli apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, gli edifici illuminati, le vetrine fortemente illuminate, le illuminazioni di impianti sportivi e di ogni installazione a forte luminanza posta a lato delle strade o nella direzione di marcia dell'utente.

(5) Anche in presenza di guida visiva fornita dalla strada e dall'ambiente adeguata, gli elementi sopra specificati possono creare problemi alla rapida percezione di oggetti di essenziale importanza quali semafori o altri utenti della strada che stiano cambiando direzione di marcia.

(6) La valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista.

(7) La guida visiva fornita dalla strada è parte di queste informazioni.

(8) I parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi. Parametri quantitativi possono essere noti solo in modo qualitativo.

(9) Per comodità non viene fatta distinzione tra parametri propriamente detti (per esempio il flusso di traffico) o valutazione di una determinata condizione della zona di studio (per esempio la presenza o assenza di zone di conflitto).

(10) Il termine di strada è generico e intende aree denominate in modo più specifico come piazza, incrocio, rotatoria, pista ciclabile, area pedonale, ecc.

Nella presente norma i prospetti per la scelta della categoria illuminotecnica si riferiscono alla classificazione delle strade adottata nel Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 – "Nuovo Codice della Strada" e successive integrazioni e modifiche.

CAPITOLO II

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Nurachi è situata a circa 10 Km in direzione Nord dal centro del capoluogo di provincia, Oristano.

Il territorio comunale si estende per 15,92 kmq, con rilievi compresi tra 0 (in prossimità dello Stagno di Cabras) e 8 metri sul livello del mare. Nurachi confina con i comuni di Oristano, Cabras, Baratili San Pietro e Riola Sardo. Al censimento del 2001, l'ultimo effettuato, risultavano iscritti all'anagrafe comunale 1.619 abitanti per una densità abitativa di 101,70 ab/kmq con una variazione di +5,61% rispetto al censimento del 1991 (1.533 unità); dai dati demografici dei primi mesi del 2009 (circa 1.770 unità) è evidente il trend positivo riferito agli anni precedenti, dovuto principalmente all'aumento dei prezzi degli immobili nel vicino capoluogo, che rendono appetibile di conseguenza il trasferimento in un comune vicino ma con costi per l'acquisto della casa decisamente inferiori.

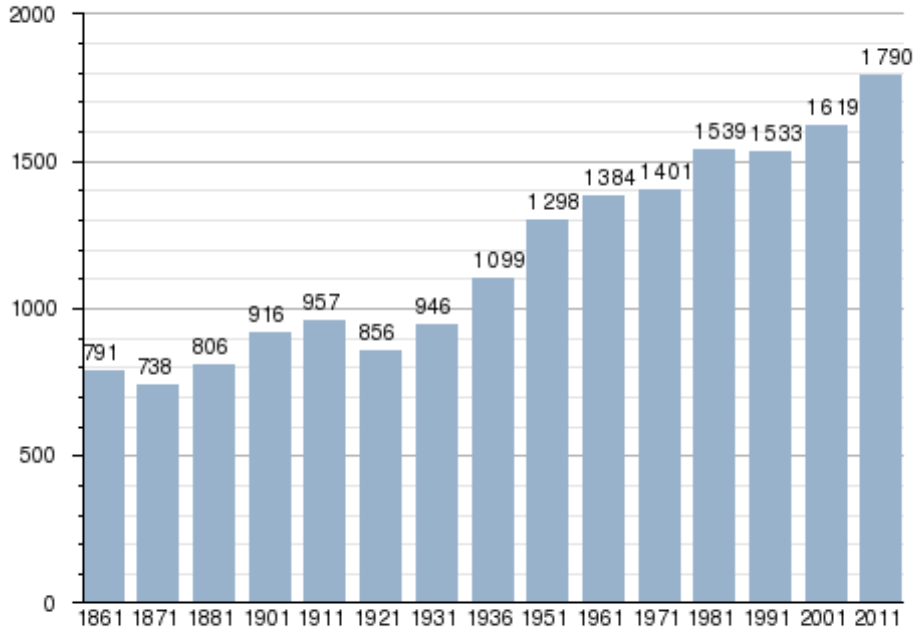


Figura 1 - Censimento degli abitanti residenti al 2011 (fonte ISTAT)

Il clima è tipicamente mediterraneo, caratterizzato perciò da un lungo periodo di siccità estiva (secondo Rivas Martínez sono necessari almeno due mesi consecutivi di siccità estiva per poter definire un clima come realmente mediterraneo) ed inverni miti, con gelate sporadiche.

Il mare, distante in linea d'aria mediamente 10 km, contribuisce a mitigare il clima, il quale è temperato caldo, con escursioni termiche giornaliere ed annue modeste (inferiori a 21°C).

La rete della viabilità comunale è caratterizzata da due direttrici stradali principali:

- la Strada Statale n. 292, che all'interno del centro urbano prende il nome di Corso Eleonora, Provinciale n.28 (S.P. 28) e attraversa il territorio comunale in direzione nord- sud. D'estate risulta assai trafficata, perché collega Oristano con le spiagge del territorio di San Vero, Narbolia e Cuglieri.
- La Via Tharros, che, diramandosi dal Corso Eleonora, collega il paese con la vicina (circa 5 km) Cabras, seguendo la direzione sud est.

2.2 CENNI STORICI: ORIGINI DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA A NURACHI

Le (poche in verità) notizie storiche che si hanno dell'illuminazione pubblica partono dal 1925, quando il commissario provvisorio della federazione dei Comuni fascisti della provincia Paolo Pili, invia una lettera al Sindaco di Nurachi e ai suoi colleghi interessati per invitarli ad una riunione volta a "portare a termine la pratica per la fornitura di luce elettrica nei Comuni di Solanas, Donigala, Nurachi, Riola, Baratili, Zeddiani, San Vero Narbolia, Seneghe e Bonarcado".

Nel 1929 il commissario prefettizio Antonio Zoccheddu, saputo che una società privata si apprestava a fornire l'energia elettrica a Riola e frazioni, e che la stessa società sarebbe stata disposta a illuminare vie piazze ed aree pubbliche nei comuni limitrofi, delibera di aderire a tale offerta riservandosi però di accordare con i fornitori i prezzi dei canoni e le modalità di pagamento. Tale delibera tuttavia non fu approvata dalla Regia Prefettura, in quanto non era consentito ai Comuni prendere impegni se non per forniture ben definite. Il commissario venne invitato a revocare la delibera e a contattare la società proponente a esplicare le condizioni alle quali intendeva erogare il servizio, in maniera da far provvedere il Comune con mezzi propri per sostenere la spesa.

Nel 1931 il Podestà Zoccheddu riprende in mano la pratica riguardante l'illuminzione pubblica del capoluogo e delle frazioni, cercando di stabilire i diritti e gli obblighi della società appaltatrice e del Comune. Interpella la S.E.S. (Società Elettrica Sarda, con sede a Cagliari) facendo presente che a Nurachi dovranno partire lavori di bonifica per un importo di oltre sette milioni di lire; la società esecutrice non potrà fare a meno dell'energia elettrica, ragione per la quale si prospetterebbero lauti guadagni. Viene quindi stipulata una convenzione con la società "Riola Mannu" rappresentata dall'Ing. Salvatore Annis, che a decorrere dal dicembre 1931 e per i successivi 5 anni pattuisce la messa a dimora di 13 lampade da 50 candele e 19 da venticinque candele, per un totale di 1125 candele, nelle strade, vie e piazze del centro urbano.

La corrente per l'illuminazione sarà alternata, le reti primarie saranno aeree, la rete secondaria verrà alimentata da trasformatori opportunamente dislocati in aree idonee. La tensione delle lampade sarà di 150 W cadauna: il ricambio di esse sarà a carico dell'Ente, mentre la società "Riola Mannu" si occuperà delle regolazioni e manutenzioni dell'impianto, dietro un corrispettivo annuo pari a 5.062 lire e 50 centesimi.

2.3 AREE OMOGENEE

Si è già parlato dell'estensione del territorio comunale e della presenza di diverse classi di destinazioni del territorio. Le aree omogenee possono essere identificate in base ad una razionale valutazione sensoriale del territorio oltre che a criteri puramente di buon senso, indipendentemente dalla zonizzazione che viene stabilita P.U.C..

In particolare possiamo identificare almeno le seguenti aree omogenee presenti nel territorio comunale:

- aree residenziali;
- aree industriali ed artigianali;
- aree agricole;
- aree verdi, percorsi e aree pedonali;
- aree di salvaguardia o particolare tutela ambientale;
- centro storico come individuato dal vigente P.P.C.S.;
- aree e spazi pubblici di aggregazione;
- parcheggi;
- zona sportiva.

Tali aree omogenee sono abbastanza stabili e delineate, essendo Nurachi un comune con un numero di abitanti sostanzialmente definito. Per ogni ambito specifico si riportano qui di seguito, considerazioni e valutazioni di carattere generale, che possono essere indicative in sede di progetto.

a. Aree agricole, aree a standard verde, e zone di salvaguardia ambientale

Dal punto di vista dell'illuminazione il terreno agricolo e le aree verdi protette non mostrano particolari rilevanze da riportare, salvo il fatto che vi è una certa diffusione, presso le aziende agricole, all'uso di proiettori fortemente inclinati per l'illuminazione delle aree di lavoro e prospicienti gli edifici. L'unica inclinazione ammessa, in assenza di appositi schermi, è quella con il vetro perfettamente parallelo al terreno. La salvaguardia del territorio si consegue contenendo e riducendo al minimo le emissioni che possono essere dannose e che possono alterarne le caratteristiche.

b. Aree industriali ed artigianali

L'area a destinazione produttiva si trova nella zona posta a nord est del centro abitato, con accesso che avviene principalmente dalla Via Adriano Olivetti e dalla Via Enrico Fermi. L'area attualmente presenta diversi fabbricati industriali ed è prevista un'ulteriore espansione. I rilievi effettuati hanno mostrato come la maggior parte degli insediamenti artigianali non mostri un uso improprio ed incontrollato dell'illuminazione.

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

La principale area di interesse è il centro di Nurachi, nell'area limitrofa alla Piazza Chiesa, sede del Comune e della Chiesa Parrocchiale e nella zona A delimitata dalle Vie Nuraghe, Mameli, Trieste, dove è ubicata la Biblioteca Comunale, le Vie Autonomia Sarda, Angioy, Tharros, Nuoro e Azuni. All'interno di tale tracciato sono localizzate le principali aree di aggregazione cittadine e evidenze storiche ed architettoniche del paese.

d. Aree Residenziali

Le aree residenziali costituiscono la parte più estesa del territorio urbano comunale. Oltre alle tradizionali aree a ridosso del centro storico, le aree residenziali si sono sviluppate soprattutto nella parte nord. Dal punto di vista illuminotecnico esiste una notevole eterogeneità delle soluzioni adottate, dovute al susseguirsi degli interventi nel corso degli anni.

e. Aree Verdi

Le zone verdi sono localizzate in prossimità della diverse lottizzazioni all'interno dell'abitato, in particolare in Via Segni, Corso Eleonora. Queste aree sono illuminate anche mediante l'utilizzo di apparecchi illuminanti inseriti nelle murature in pietra, che, per quanto possano essere gradevoli dal punto di vista estetico, risultano essere inquinanti dal punto di vista illuminotecnico.

f. Impianti a destinazione sportiva

Gli impianti sportivi consistono in un campo polivalente all'aperto, un campo da calcio, uno da calcio a 5 ed un campo da tennis. Dal punto di vista illuminotecnico tali impianti costituiscono una delle principali forme di inquinamento luminoso, perché collocati all'interno del centro abitato e perché i proiettori non sono a norma. Il fatto che essi non siano accesi per tutta la notte limita il loro impatto sull'ambiente; in ogni caso, quando sono in funzione risultano essere la principale fonte di inquinamento luminoso locale sul territorio e dovranno essere oggetto di attenta analisi in caso di intervento.

g. Attrezzature commerciali

Sul territorio comunale non si riscontrano aree commerciali: la totalità degli esercizi commerciali ha dimensioni piccolissime. L'identificazione delle aree omogenee dell'intero territorio comunale è stata integralmente riportata nelle planimetrie.

2.4 ZONE DI PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Per quanto concerne eventuali zone di protezione di osservatori astronomici, come si evince dalla *Figura 2.14*, il territorio urbano del Comune di Nurachi non risulta essere ricompresso in fasce di rispetto SIC dello stagno di Cabras.

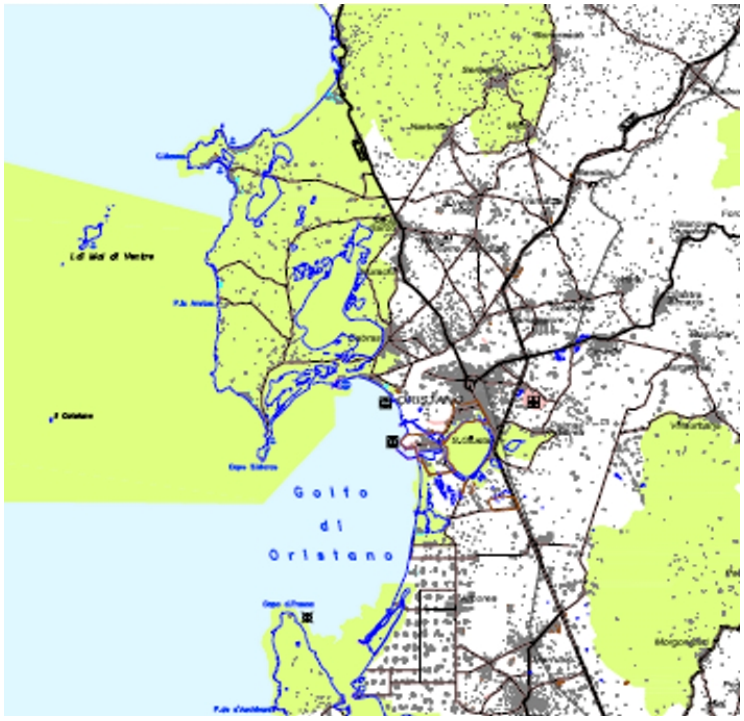


Figura 2: Fasce di rispetto degli osservatori astronomici della regione Sardegna.

Una parte del territorio di Nurachi ricade all'interno della zone protetta dello Stagno di Cabras, zona SIC e ZPS così come definita di seguito:

- S.I.C. - Siti di Importanza Comunitaria individuati in base alla Direttiva "Habitat" 92/43/CEE che riguarda la conservazione degli habitat naturali e semi-naturali e della flora e della fauna selvatiche nel territorio dell'Unione europea;
- Z.P.S. - Zone di Protezione Speciale classificate a norma della direttiva "Uccelli" 79/409/CEE concernente la conservazione di tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo degli stati membri ed in particolare, assicurare una tutela rigorosa delle specie contenute nell'allegato I della Direttiva, considerate di importanza primaria a rischio di estinzione.

In tutto il territorio comunale nelle zone che entrano in contatto visivo con il paesaggio rurale, fluviale e con i beni architettonici di valore artistico e ambientale devono essere valutate e predisposte soluzioni che consentano di rendere coerenti gli interventi di trasformazione con il paesaggio tradizionale negli impianti edilizi e nelle sistemazioni dei terreni e delle opere di urbanizzazione, nelle tecnologie, nei materiali e nelle coloriture (eventualmente anche mimetizzate con l'ambiente tramite l'uso di tinte naturalistiche).

CAPITOLO III

STATO DI FATTO DELL'ILLUMINAZIONE COMUNALE

3.1 ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO

Le aree tematiche analizzate sono le seguenti:

a) tipologie di applicazioni;

b) tipologie di corpi illuminanti;

c) tipologie di sorgenti luminose;

d) tipologie di sostegni.

La base di dati è ovviamente il parco lampade comunale che conta indicativamente 604 punti luce, tutti di proprietà comunale, con un errore percentuale dell'ordine del 2% (max 15 punti luce), risultante dal confronto tra il censimento effettuato sul campo, la documentazione esistente ed i lavori in corso di realizzazione. Non esistono sul territorio comunale piste ciclabili, né torri faro. La rotatoria che disimpegna la circonvallazione in fase di completamento sulla zona P.E.E.P. risulta attualmente illuminata da un apparecchio con sbraccio quadruplo su palo metallico di altezza 5,00 mt fuori terra.
I dati presenti nel censimento possono presentare inesattezze dovute ad imprecisioni nel rilievo da parte del manutentore e non rilevate durante i sopralluoghi per la stesura del presente piano.

a. Tipologie di applicazione

Si rimanda alle tavole grafiche allegate alla presente relazione per un quadro esaustivo inerente la distribuzione delle sorgenti luminose in funzione dell'applicazione. Le considerazioni che si possono fare sono le seguenti:

1. le applicazioni di tipo stradale (553) costituiscono la quasi totalità dei corpi illuminanti il 87,50 % del totale;
2. il 7,44%, per un totale di 47 apparecchi è la percentuale degli apparecchi illuminanti dedicati all'illuminazione di piazze o spazi verdi,
3. il 3,16% degli apparecchi (in numero di 20) è la percentuale degli apparecchi illuminanti dedicati all'illuminazione di campi sportivi e spazi ricreativi;
4. l'uso di apparecchi per l'illuminazione di edifici di culto e monumenti (museo) rappresentano invece una quantità trascurabile del totale, solo lo 1,90% complessivo.

I dati vengono ripresi in maniera chiara nel prospetto sottostante.

Tipo di applicazione	Quantità	% su totale
Edificio / Monumento	12	1,90
Piazza o verde pubblico	47	7,44
Stradale – Arredo Urbano	553	87,50
Impianti sportivi	20	3,16
TOTALE	632	100,00

TIPOLOGIA STRADALE: TOTALE 553 APPARECCHI

Figura 3 – Tavola sinottica riportante le tipologie apparecchi illuminanti stradali installati (estratto dalla Tavola 3 allegata)

Le considerazioni che si possono fare sono le seguenti:

1. non si riscontra omogeneità nell'installazione di apparecchi illuminanti (sono presenti 4 modelli differenti di apparecchi illuminanti sull'intero territorio comunale);
2. il numero di punti luce è uniformemente distribuito tra i vari modelli esistenti.

La scelta di non utilizzare un unico modello, seppur dettata dalla parzializzazione degli interventi succedutisi nel tempo, è positiva in quanto si dispone di un'ampia gamma di possibilità di installazione e le ottiche diverse permettono elevate performance illuminotecniche in qualsiasi condizione operativa; tuttavia modelli differenti possono comportare costi di manutenzione e gestione più alti rispetto all'installazione prevalente di un unico tipo di apparecchio.

a.2 Arredo urbano

Considerazioni: L'arredo urbano rappresenta il 23,73% della dotazione lampade, una percentuale molto alta dovuta alla dotazione di servizi in proporzione alla limitata estensione dell'edificato comunale. Si riscontra che, con le differenze analizzabili caso per caso, nessun corpo illuminante rispetta i requisiti della norma di legge.
Così come per gli apparecchi stradali segue una tavola sinottica delle tipologie e modelli esistenti (di proprietà comunale) ove questi siano stati identificati chiaramente e le quantità.

ARREDO URBANO (Piazze e Spazi Pubblici): TOTALE 47	
Vetro prismatico	Vetro curvo prismatico
Neri – 1151 [14]	Disano – Vista 1595 [25]

Figura 3.1 – Tavola sinottica riportante alcune tipologie degli apparecchi illuminanti da arredo urbano installati

Nel caso dell'arredo urbano esistono almeno 4 modelli differenti; l'apparecchio da arredo più diffuso è il Tagliafico Doria, utilizzato per l'illuminazione stradale di Vie Montegranatico e Chiesa. Gli apparecchi possono essere messi a norma di legge con sole sostituzioni del gruppo ottico.

b.3 Proiettori

I proiettori sono presenti nei campo sportivi, sia in quelli da tennis e da calcio a 5 in cemento che nel nuovo campo a ridosso del campo di calcio. Sono tutti supportati da quattro pali in numero di 4 per ogni palo.
Gli apparecchi del tipo "proiettore" hanno la chiusura a vetro piano.

Osservazioni: L'utilizzo di tali sistemi illuminanti deve essere sempre contenuta in quanto hanno la caratteristica generale di avere una gestione limitata del flusso luminoso e spesso le potenze sono piuttosto elevate. I proiettori da impiegarsi sono in genere di tipo asimmetrico.

c. Tipologia sorgenti luminose

Per quanto riguarda i tipi di lampade installate, si nota che le lampade a vapore di mercurio (MBF) sono ormai praticamente assenti; la stragrande maggioranza delle sorgenti luminose è costituito da lampade SAP, con una bassa percentuale di lampade ad alogenuri metallici usate per l'illuminazione di piazze e spazi pubblici.

Osservazioni: Si ricorda che secondo la Direttiva Europea 2002/95/CE le lampade ai vapori di mercurio non sono più in produzione dal primo luglio 2004 visto il loro potere inquinante.

d. Tipologia di installazione

Per concludere l'analisi dello stato di fatto è utile capire quale sia la situazione dei sostegni.
Per quanto riguarda i tipi di supporto si nota che il sostegno più diffuso è quello a testa-palo, mentre le mensole sono utilizzate quasi esclusivamente per il sostegno di proiettori. Gli apparecchi da incasso a pavimento, sono concentrati esclusivamente nella Piazza Angelica.

d.1 Condizione dei sostegni

Grazie ai continui interventi di manutenzione effettuati dal Comune lo stato generale dei sostegni è buono; non sono stati riscontrati casi di pericolo o corrosione tali da pregiudicare l'idoneità statica dei pali.

e. Linee elettriche e quadri elettrici

Per le successive analisi e considerazioni si prendono in esame solo le linee elettriche di proprietà comunale. Il tipo di posa delle linee elettriche per l'alimentazione dei punti luce è di tipo interrato, tranne nei casi di proiettori fissati sottogronda, nel qual caso la linea elettrica è a parete.

Tipo posa linea elettrica	Quantità	% su totale
Interrata	5	100

I quadri elettrici comunali presenti sul territorio sono 5, come riportato nella Tavola grafica 2. Da essi si diramano altrettante linee. Dall'analisi dei quadri non si riscontrano particolari carenze né danneggiamenti interni o esterni; i quadri elettrici della zona P.I.P. e di Via Trieste sono stati dotati con un intervento di adeguamento del 2011 di due regolatori di flusso elettromeccanici rispettivamente da 20 e 50KVA.

f. Conclusioni

In conclusione, l'analisi dello stato di fatto fa emergere alcune considerazioni di interesse e carattere generale e numerosi spunti che saranno oggetto di successive analisi ed in particolare:

- complessivamente il sistema d'illuminazione di proprietà comunale si trova in sufficienti condizioni di manutenzione. I corpi illuminanti per più del 50% obsoleti (dal punto di vista della tipologia di proiettore); la scelta del tipo di apparecchi illuminanti ed il loro posizionamento non sempre è corretto;
- Solo due quadri di alimentazione sono dotati di dispositivi di regolazione del flusso luminoso; sarebbe opportuno prevedere per il futuro un aumento del loro numero in funzione di una adeguata politica di Energy Saving.
- dal punto di vista dell'illuminazione privata, tranne alcune situazioni particolari descritte nei paragrafi successivi si può affermare che non sono presenti casi oggetto di attenzione. Questa situazione è confermata anche dalle caratteristiche del tessuto urbano, poco propenso ad uno sfruttamento notturno anche per il ridotto numero di strutture private di attrazione quali: pub, discoteche, piani bar, o altri locali di aggregazione notturna.

3.2 CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI ALLA DEL. G.R. 48/31 DEL 29.11.2007

La valutazione della conformità degli impianti d'illuminazione alla Legge Regionale n. 17/00 e successive integrazioni è semplificata in quanto le tipologie di apparecchi installati sono piuttosto ridotte e ben definite praticamente sull'intero territorio. Si procede sulla base dei risultati emersi dalla valutazione dello stato di fatto sul territorio del precedente paragrafo, ad un'identificazione puntuale delle tipologie di apparecchi installati indicando quali siano le possibili azioni correttive.

La valutazione della conformità alla DEL. G.R. 48/31 DEL 29.11.2007 si limiterà in questa sezione del piano alla sola verifica:

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

Saranno invece limitate le valutazioni relative agli altri 3 concetti fondamentali della legge regionale medesima anche perché in parte saranno successivamente approfondite:

- luminanze ed illuminamenti sovrabbondanti (valutate successivamente),
- ottimizzazione degli impianti d'illuminazione;
- utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso.

E' necessario comunque puntualizzare che questa valutazione della conformità o non conformità alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 e succ. integrazioni, svincola dall'obbligo effettivo di intervenire sul territorio. Questo aspetto verrà sviluppato nei successivi capitoli. In questo capitolo si parte dal presupposto che comunque entro 25 anni (vita massima stimata per l'ultimo impianto realizzato) tutti gli impianti sul territorio regionale devono essere conformi alle già citate Linee Guida.

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

Questo è il principale elemento rilevabile da un'analisi diretta degli apparecchi installati e deve essere valutato per ogni tipologia di apparecchio illuminante anche in funzione delle linee guida di cui al capitolo 5.

a.1 Stradale

Emissione Verso l'alto

Gli apparecchi illuminanti in funzione della loro posizione di installazione possono essere suddivisi nelle seguenti categorie ai fini della conformità della DEL. G.R. 48/31 DEL 29.11.2007:

Tipo chiusura	Inclinazione sbraccio (Rispetto all'orizzontale)	Inclinazione apparecchio (Rispetto all'orizzontale)	Conformità alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007
Vetro piano	0°	0°	si
Vetro piano	0°	> 0°	no
Vetro piano	> 0°	0°	si
Vetro piano	> 0°	> 0°	no
Vetro curvo	qualsiasi	qualsiasi	no
Vetro prismatizzato	qualsiasi	qualsiasi	no
Ottica aperta	qualsiasi	qualsiasi	no

Si verifica per ogni tipologia di apparecchio e posizione di installazione:

- la consistenza numerica;
- il tipo di problema, anche in funzione della tabella sopra riportata;
- il tipo di azione correttiva.

Tipo chiusura	N. apparecchi	% su totale
Vetro piano orizzontale	210	33,22
Vetro prismatico o curvo	422	66,78

Da quanto sopra esposto 422 punti luce di tipo stradale su 632 non sono conformi alla Del. G.R. n. 48/31 del 29/11/07.
Vengono ora valutate per ogni tipologia di corpo illuminante e relativa installazione, le azioni correttive ed una stima dei costi di adeguamento qualora questo fosse possibile al netto dei costi manutentivi che in caso di adeguamento devono essere minimizzati accorpandolo ad interventi di sostituzione delle lampade esaurite o ad altre di manutenzione programmata.

Sorgenti luminose

Le sorgenti utilizzate in ambito apparecchi stradali, sono del tipo SAP (vapori di sodio) e quindi conformi alla disposizione di legge.

Efficienza degli apparecchi illuminati

I Corpi illuminanti di tipo stradali che presentano elevata efficienza sono anche quelli sopra riportati fra quelli da sostituire o semplicemente da variare l'inclinazione. La restante parte è indicativamente obsoleta.

a.2 Arredo urbano

Contrariamente a quanto emerso per l'illuminazione stradale la distribuzione delle tipologie di apparecchi di arredo urbano è meno articolata.

Emissione Verso l'alto

Gli apparecchi illuminanti d'arredo urbano hanno una complessità superiore, ed è generalmente più difficile valutare la loro conformità alla DEL. G.R. 48/31 DEL 29.11.2007 per cui l'analisi è stata condotta andando a richiedere, ove sussistesse il dubbio, le opportune delucidazioni, le tabelle fotometriche dei prodotti ed i certificati di conformità alla legge:
Si verifica, per ogni tipologia di apparecchio e posizione di installazione:

- la consistenza numerica;
- il tipo di problema, anche in funzione della tabella sopra riportata;
- il tipo di azione correttiva.

Sorgenti luminose

Per quanto riguarda la conformità delle sorgenti luminose installate, sono praticamente tutte del tipo al sodio alta pressione e quindi conformi con la legge regionale tranne alcune limitate applicazioni, dove si presentano lampade a vapori di alogenuri.

Efficienza degli apparecchi illuminanti

Solo gli apparecchi segnalati come conformi (alcuni riportati nella tabella sopra indicata) sono anche apparecchi di elevata efficienza illuminante. Tutti gli altri apparecchi presentano efficienze inferiori anche al 25%.

In linea di principio non è una scelta corretta in termini di efficienza e di qualità della luce l'utilizzo di apparecchi a sfera nell'illuminazione pubblica anche se esistono sistemi illuminanti a sfera conformi con la Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 e successive integrazioni della medesima.

a.3 Proiettori

Emissione Verso l'alto

Di seguito si riporta un esempio di installazione di proiettori a norma e non conformi.

Vetro piano	Vetro piano
Disano – corpo 1	Disano – corpo 2 [18]
NON CONFORME	NON CONFORME

Figura 3.2 – Tavola sinottica apparecchi tipo proiettori conformi e non conformi alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007.

Sorgenti luminose

Per quanto riguarda la conformità delle sorgenti luminose installate, sono praticamente tutte del tipo al sodio alta pressione e quindi conformi con la legge regionale tranne alcune limitate applicazioni, dove si presentano lampade a ioduri metallici.

Per gli incassi sussiste una minima incertezza come di seguito schematizzabile:

- se le sorgenti sono da più di 1500lm l'apparecchio, avendo una emissione verso l'alto, non è conforme;
- se ciascuna sorgente ha una emissione complessiva inferiore a 1500lm l'impianto d'illuminazione con tali incassi potrebbe rientrare nella deroga degli impianti di modesta entità.

Una osservazione particolare si fa nei confronti degli incassi a terra con sorgenti tradizionali (sodio, ioduri, alogene o fluorescenza) fortunatamente non rilevate sul territorio comunale in quanto, in tutto e per tutto non conformi alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007, ma soprattutto:

- assolutamente inutili ed inefficaci nell'illuminazione del territorio,
- spesso fonte di abbagliamento e disturbo per il traffico pedonale,
- a rischio di scarsa tenuta ed impermeabilità agli adenti atmosferici e soggetti a rapido invecchiamento,
- a rischio di surriscaldamento e pericolosi al tocco soprattutto in aree pubbliche e situazioni accessibili ai bambini.

3.3 CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO E OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

Per gli impianti già esistenti non è possibile e neppure corretto individuare concetti di ottimizzazione non rispettati in quanto pregressi alla realizzazione della Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 medesima.

Inoltre la legge non prevede il rifacimento integrale degli impianti per sopraggiunta migliore efficienza degli apparecchi, anche se auspica un'attenta valutazione e bilancio economico di possibili adeguamenti, mentre prevede la sostituzione degli apparecchi nelle aree protette. E' possibile, ma solo a titolo di verifica di un intervento futuro sul territorio, e senza alcuna valenza di verifica della minore efficienza degli impianti precedenti al 2000, fare un'opportuna valutazione dell'ottimizzazione degli impianti nei termini di seguito riportati.

- verifica generale delle interdistanze utilizzate e delle attuali interdistanze richieste per legge e/o possibili con prodotti ad alta efficienza;
- classificazione stradale e adeguate potenze installate (attualizzata con apparecchi che hanno oggi ottime efficienze).

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

3.4 SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Se fino a qualche tempo fa sul territorio comunale nessun impianto d'illuminazione era dotato di sistemi di riduzione del flusso luminoso, grazie agli interventi del 2011 i due quadri della zona P.I.P e di Via Trieste sono stati dotati di regolatori di flusso elettromeccanici da 20 e 50 kVA rispettivamente. Una pianificazione futura del territorio dal punto di vista dell'illuminazione, potrebbe introdurre come prioritaria la loro diffusione non solo in quanto necessaria per legge ma anche in quanto fondamentale per una razionalizzazione dei consumi ed una corretta gestione della luce.

3.5 RILIEVI ILLUMINOTECNICI

Una delle analisi più significative effettuate sul territorio è quella che riguarda il rilievo dei valori di illuminamento su alcune strade della viabilità comunale. Questa verifica permette di accertare in modo "misurato" le effettive carenze dell'impianto di illuminazione comunale. Il lavoro viene svolto per semplicità operativa attraverso l'utilizzo del luxmetro; la scelta dei punti di rilievo sul territorio comunale segue i seguenti criteri:

• si privilegiano le verifiche sulle direttrici principali della viabilità ed i contesti urbani con particolari peculiarità e caratteri di spicco;

• i valori di illuminamento vengono suddivisi in gruppi, ad ogni gruppo viene attribuita una valutazione stabilita in seguito alla comparazione dei valori rilevati con quelli previsti dalla Norma UNI EN 13201-2 (e con quelli proposti dal P.I.C.);

• 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 11248, esprime l'illuminazione delle strade in termini di luminanze e non di illuminamento. A tal proposito si considera che 14,5 lx corrispondono, per tipologie di asfalto in classe C2, a 1 cd/m2 secondo la nota formula di conversione: L = E x r / Pi dove si intende per: L= luminanze, E=illuminamento, r=riflettanza della specifica superficie e Pi= pigreco = 3.14. E' 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.

Tabella comparativa:

	Valori medi rilevati inferiori al 50% di quelli previsti	Insufficiente
	Valori medi rilevati compresi tra il 50% e l'80% di quelli previsti	Scarso
	Valori medi rilevati paragonabili a quelli dellaclassificazione (+/- 20%)	Corretta
	Valori medi rilevati dal 120% al 150% rispetto a quelli previsti	Sovrailluminata
	Valori medi rilevati Maggiori del 150% di quelli previsti	Eccessiva

Rilievi sono stati effettuati su alcune strade dell'asse urbano ritenute significative, in parte in base alle stesse considerazioni utilizzate nel successivo capitolo 4, e più in senso generale su impianti rilevati sovrailluminati o sotto illuminati.

a. Illuminazione stradale

a.1 Strada classificata con classificazione ME3c (1.0 cd/m2)

Nome via	Valori previsti di Luminanza media mantenuta - Norma EN13201-2 (cd/m2)	Valori rilevati in Lux	Valutazione
Corso Eleonora	0,75	17	

Considerazioni sull'illuminazione delle strade a traffico motorizzato

Dall'analisi dei valori di illuminamento medi rilevati sul territorio comunale su impianti ritenuti significativi della media comunale e di situazioni specifiche si evincono alcune considerazioni di una disomogeneità di illuminazione soprattutto riscontrabile se si confrontano impianti vecchi e nuovi:

- le strade illuminate con gli impianti vecchi dotati ancora di lampade ai vapori di mercurio mostrano evidenti segni di sotto illuminazione in riferimento alle categorie illuminotecniche delle strade
- le strade illuminante con impianti più recenti sono generalmente sovra illuminate;
- spesso gli impianti con sovra illuminazione mostrano anche evidenti carenze di uniformità e questo è fonte di rischio in presenza anche di marciapiedi ed un traffico pedonale.

Di seguito, sono riassunte ed espresse sinteticamente le principali cause invece che possono determinare l'insufficienza dei valori di luminanza:

- eccessiva interdistanza tra i centri luminosi;

- scarsa efficienza luminosa delle lampade utilizzate;
- scarso rendimento del sistema illuminante (rapporto tra flusso luminoso (lm) reso dall'apparecchio ed il flusso luminoso (lm) emesso dalla lampada);
- scarsa manutenzione dell'impianto.

Considerazioni sull'illuminazione di parcheggi, parchi e vie pedonali

Si riscontrano le stesse osservazioni individuate per gli impianti stradali:

- gli ambiti illuminati da impianti ancora dotati di lampada a vapori di mercurio sono sotto illuminati mentre quelli con nuovi impianti mostrano una generale sovrailluminazione;
- gli impianti generalmente sovrailluminati mostrano fenomeni di forte disuniformità, che sono ancora più critici per la sicurezza in ambito pedonale.

Considerazioni finali

Qualsiasi siano le decisioni future dell'Amministrazione Comunale è necessario, per un uso razionale dell'illuminazione e dell'energia, un controllo da parte degli uffici Comunale preposti (Ufficio Tecnico, Polizia Municipale) di tutti i progetti per le future lottizzazioni, lottizzazioni che più si prestano ad un aumento dei consumi energetici (per il lottizzante i futuri costi manutentivi ed energetici non sono un elemento di valutazione) ed un controllo puntuale sul territorio di quanto si andrà ad installare, principalmente in ambito privato.

3.6 QUADRI ELETTRICI STATO DI FATTO

Esistono cinque quadri elettrici di alimentazione degli impianti di proprietà del Comune di Nurachi, situati nelle vie Trieste, Amsicora, Santa Lucia, Dante e Corso Eleonora. Non è un obbiettivo principale di un piano della luce il censimento dei quadri elettrici, ma una identificazione delle caratteristiche principali e delle loro carenze è utile quanto necessaria non solo per fare una stima degli adeguamenti normativi e dei costi conseguenti, ma anche per poter impostare una seria pianificazione del territorio identificando degli strumenti (che potrebbero interfacciarsi con essi) per esempio per operare riduzioni del flusso luminoso.
In merito a tali considerazioni 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 ed adeguatamente isolati elettricamente e nei confronti degli agenti atmosferici.

CAPITOLO IV

CLASSIFICAZIONE DELLA RETE VIARIA E DEL TERRITORIO COMUNALE

4.1 INTRODUZIONE

Uno degli obiettivi principali del presente piano della luce è la classificazione dell'intero territorio finalizzata alla corretta futura progettazione illuminotecnica di strade, piazze, giardini, , incroci principali eventuali piste ciclabili e torri faro.
I dati relativi alla classificazione dei vari ambiti sono da verificare con il Piano Urbanistico Comunale (in fase di approvazione), che conterrà le linee di espansione e pianificazione del territorio. Pertanto, per gli ambiti non classificati o non aggiornati in cartografia - come la nuova circonvallazione - sono state elaborate delle ipotesi di classificazione.

a. Strade a traffico motorizzato

Il Nuovo Codice della Strada (decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni), nonché il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade) fissano le condizioni e i requisiti per classificare i diversi tipi di strade.
Le caratteristiche che gli impianti dovranno soddisfare sono strettamente interrelate al tipo di strada che si intende illuminare.
Il Codice della Strada divide le strade in sei grandi categorie:

1. Autostrade (extraurbane ed urbane);
2. Extraurbane principali;
3. Extraurbane secondarie;
4. Urbane di scorrimento;
5. Urbane di quartiere;
6. Locali (extraurbane ed urbane).

Per ogni tipo di strada esistono precisi parametri che devono essere, per quanto possibile, rispettati.
Le strade di categoria B, Extraurbane principali, ad esempio devono avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 110 km/h, non possono essere usate da biciclette e ciclomotori.
Le strade urbane di scorrimento, categoria D, devono anch'esse avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 70 km/h, ammettono anche i ciclomotori, mentre le biciclette possono circolare solo esternamente alla carreggiata.
Le caratteristiche dei vari tipi di strada sono riassunte nelle tabelle per paragrafi successivi.

b. Resto del territorio

L'approvazione della norma europea EN 13201, recepita con la UNI 11248 introduce la possibilità di classificare anche la restante parte del territorio permettendo una migliore e più graduale gestione della luce.

4.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE

Vengono riportate di seguito le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi", elaborate dal Ministro dei Lavori Pubblici in attuazione dell'art. 13 del D. L.vo 30 aprile 1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive modificazioni.

	TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO 1 PEDONI	2 ANIMALI	3 VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	4 VELOCIPEDI	5 CICLOMOTORI	6 AUTOVETTURE	7 AUTOBUS	8 AUTOCARRI	9 AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	10 MACCHINE OPERATRICI	11 VEICOLI SU ROTAIA	12 SOSTA DI EMERGENZA	13 SOSTA	14 ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□	si
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	◆	○	●	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	●	□	si
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		□	□	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	●	□	si
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	●	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	●	□	si
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		○	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆●	□	si
LOCALE	F	EXTRAURBANO		□	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO		○	◆	◆	◆	◆	◆	◆ (2)	◆	○	◆	□◆ (2)	□	□	si

○non ammessa in piattaforma (3) □esterno alla carreggiata (in piattaforma)
◆ in carreggiata ●parzialmente in carreggiata

NOTE:
(1) vale se è presente una pista ciclabile.
(2) qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse vanno commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.
(3) quando è presente una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

Tabella 4.1: Tipi di strade e categorie di traffico ammesse

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto	
						Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)
1	2	3		4	5	6	7
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	130	2 o più	90	140
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
		URBANO	strada principale	130	2 o più	80	140
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	40	60
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	110	2 o più	70	120
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	90	1	60	100
			C2	90	1	60	100
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	70	2 o più	50	80
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	25	60
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		50	1 o più	40	60
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	90	1	40	100
			F2	90	1	40	100
		URBANO		50	1 o più	25	60

Tabella 4.2: Composizione della carreggiata (c1-f1: strada extraurbana a traffico sostenuto; c2-f2: strada extraurbana a traffico limitato)

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE			Larghezza min. dello spartitraffico (m)	Larghezza min. della banchina in sinistra (m)	Larghezza min. della banchina in destra (m)	Larghezza della corsia di emergenza (m)
1	2	3			9	10	11	12
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	3,75	2,6	0,70	2,50 *****	3,00
			eventuale strada di servizio	3,50 **	-	0,50	1,25	-
		URBANO	strada principale	3,75	1,8	0,70	2,50 *****	3,00
			eventuale strada di servizio	3,00 * **	-	0,50	0,50	-
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	3,75	2,50 ***	0,50	1,75	-
			eventuale strada di servizio	3,50 **	2,00 ****	0,50	1,25	-
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	3,75	-	-	1,50	-
			C2	3,50	-	-	1,25	-
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	3,25*	1,8	0,50	1,00	-
			eventuale strada di servizio	2,75 **	-	0,50	0,50	-
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		3,00 * **	-	-	0,50	-
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	3,50	-	-	1,00	-
			F2	3,25	-	-	1,00	-
		URBANO		2,75 **	-	-	0,50	-

* m 3,50 per una corsia per senso di marcia, se strada percorsa da autobus.
** nel caso di una strada a senso unico con una sola corsia, la larghezza complessiva della corsia più le banchine deve essere non inferiore a 5,50 m, incrementando la corsia sino ad un massimo di m 3,75 e riportando la differenza sulla banchina in destra.
*** per spartitraffico che ricade nel margine interno
**** per spartitraffico che ricade nel margine laterale
***** in assenza di corsia di emergenza

Tabella 4.3 – Caratteristiche geometriche strade

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		Larghezza min. del margine interno (m)	Larghezza min. del margine laterale (m)	LIVELLO DI SERVIZIO	Portata di servizio per corsia (autoveic. equiv./ora)	Larghezza minima dei marciapiedi (m)
1	2	3		13	14	15	16	17
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	4,0 (a)	6,1 (b)	B (2 o più corsie)	1100	-
			evenutale strada di servizio	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1350	-
		URBANO	strada principale	3,2 (a)	5,3 (b)	C (2 o più corsie)	1550	-
			eventuale strada di servizio	-	-	D (1 corsia) D (2 o più corsie)	1150 (d) 1650	1,50
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	3,5(a)	4,25(b)	B (2 o più corsie)	1000	-
			eventuale strada di servizio	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1200	-
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e) -	-
			C2	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e) -	-
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	2,8 (a)	3,30(b)	CAPACITA' (c)	950	1,50
			eventuale strada di servizio	-	-	CAPACITA' (c)	800	1,50
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		0,50 (segnaletica orizz.)	-	CAPACITA' (c)	800	1,50
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	-	-	C (1 corsia)	- 450 (e) -	-
			F2	-	-	C (1 corsia)	- 450 (e) -	-
		URBANO		-	-	CAPACITA' (c)	800	1,50

(a) colonne 9 + (10x2).
(b) colonne 9 + 10 della strada di servizio + 11 o 12.
(c) in questo caso il livello di servizio non dipende solo dagli elementi geometrici, ma anche dalla regolazione delle intersezioni (ad es, durata di un ciclo semaforico, tempo di verde).
(d) nell'ipotesi di flusso 100% in una direzione e percentuale di visibilità per il sorpasso 0%.
(e) nell'ipotesi di flussi bilanciati nei due sensi (percentuale di visibilità per il sorpasso 100%).

Tabella 4.4 – Caratteristiche geometriche strade

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		Regolazione della sosta	Regolazione dei mezzi pubblici	Regolazione del traffico pedonale	Accessi
1	2	3		18	19	20	21
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
		URBANO	strada principale	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi protetti	Ammessi
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate o in piazzole di sosta	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite apposite	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	Ammessa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
			C2				
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Corsia riservata e/o fermate organizzate	Su marciapiedi protetti	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata	Su marciapiedi	Ammessi
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi	Ammessi
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	Ammessa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
			F2				
		URBANO		Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzola di fermata	Su marciapiedi	Ammessi

Tabella 4.5 – Caratteristiche geometriche strade

4.3 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLE STRADE

Sia ai fini della stesura di un piano della luce che della progettazione illuminotecnica, è prioritario definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito. La classificazione illuminotecnica dei tracciati viari a traffico motorizzato e non, si esegue correlando le normative di legge descritte alla norma UNI 11248 del ottobre 2007 e alla norma UNI EN 13201 del settembre 2004.

La classificazione di un P.I.C. non implica il dover illuminare quanto classificato ma vuol solo dire, che se un giorno si deciderà di intervenire, i parametri di progetto sono già definiti.

La classificazione viene effettuata per fasi:

- Categoria illuminotecnica di riferimento: Tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore, la classificazione non è normalmente di competenza del progettis ta, ma lo stesso può aiutare nell'individuazione della corretta classificazione.
- Categoria illuminotecnica di progetto: dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto.
- Categorie illuminotecniche di esercizio: in relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto del variare nel tempo dei parametri di influenza, come in ambito stradale, il variare dei flussi di traffico durante la giornata.

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto vengono individuati i parametri di influenza applicabili e si definiscono le categorie illuminotecniche di progetto/esercizio attraverso una valutazione dei rischi con evidenza dei criteri e delle fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate.

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza atti a garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada; il progettista opererà perseguendo gli scopi di minimizzazione dei consumi energetici, dei costi di installazione e gestione e dell'impatto ambientale.

L'analisi, che individua le categorie illuminotecniche e le misure (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare la sicurezza degli utenti della strada, ottimizzando costi installativi e energetici si suddivide in più fasi:

- Sopralluogo finalizzato alla valutazione di parametri di influenza e criticità eventualmente presenti;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche;
- studio degli eventi potenzialmente pericolosi, che verranno classificati in funzione della frequenza e della gravità;
- determinazione di un programma di priorità di interventi;
- identificazione degli interventi a lungo termine per assicurare i livelli di sicurezza richiesti da leggi e norme.

a. Ambito stradale

La classificazione stradale individua dei valori progettuali di luminanza che devono rispettare i progetti illuminotecnici. A tal fine, la classificazione di una strada può essere effettuata da un professionista in accordo con il Comune sulla base del seguente approccio metodologico:

1) In caso di presenza di P.I.C. o P.U.T. (Piano Urbano del Traffico): Utilizzare la classificazione illuminotecnica definita nel piano della luce e/o la classificazione del Piano Urbano del Traffico (PUT). Verificare che la classificazione del P.U.T. sia coerente con quanto definito dal codice della Strada (D.Lgs.285 del 30/4/1992 e successive modifiche) e dal D.M . n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti;

2) In mancanza di strumenti di pianificazione: Identificare la classificazione illuminotecnica applicando la norma italiana UNI 11248 e la norma UNI EN 13201.

Le fasi della classificazione sono articolate come segue:

I. Categoria illuminotecnica di riferimento

Dipende dal tipo di strada della zona di studio ed è sintetizzata nella tabella 4.6 in funzione del Codice della strada e del DM 6792 del 5/11/2001. L'errore più comune (che raddoppia il valore della classificazione e di conseguenza i costi) è quello di classificare scorrettamente le strade urbane locali (oltre il 60% delle strade) in quanto le si definisce genericamente "strade urbane di Quartiere".

Come precisa il DM. 6792/2001 però le strade urbane di quartiere sono solo le *"strade della rete secondaria di penetrazione che svolgono funzione di collegamento tra le strade urbane locali (facenti parte della rete locale, di accesso) e, qualora esistenti, le strade urbane di scorrimento (rete principale, di distribuzione)".* Pertanto le strade urbane di quartiere sono strade che entrano nel centro urbano e che nel tracciato extraurbano erano di tipo C *"extraurbane secondarie"* o più semplicemente S.P. o S.S.

Strada	indipendenti (min)	senso di marcia (min)	minimi
A- autostrada	2	2+2	
B- extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h
D- urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

Tabella 4.6: Tabella esemplificativa per la corretta classificazione di una strada secondo il codice della strada. Esulano da codesta esemplificazione le sole strade urbane su cui si svolgono regolari servizi di trasporti pubblici (autobus di linea) che non possono essere classificate come F-urbane locali.

TIPO	*DESCRIZIONE*	*LIMITI DI VELOCITÀ*	*CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO*	
A1	autostrade extraurbane	130- 150	ME1	-
	autostrade urbane	130		
A2	strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	ME3a	
	strade di servizio alle autostrade urbane	50		
B	strade extraurbane principali	110	ME3a	-
	strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a	
C	strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70 - 90	ME3a	-
	strade extraurbane secondarie	50	ME4b	
	strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a	
D	strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	-
		50		
E	strade urbane interquartiere	50	ME3c	-
	strade urbane di quartiere	50		
F	strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)[4]	70 - 90	ME3a	6.3
	strade locali extraurbane	50	ME4b	
		30	S3	
	strade locali urbane (tipi F1 e F2)[4]	50	ME4b	
	strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4	
	strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	
	strade locali urbane: aree pedonali	5		
	strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3	
	strade locali interzonali	30		
		50		
	piste ciclabili[5]	n.d.	S3	-
	strade a destinazione particolare[6]	30		-
Note:	*4) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n. 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.* *5) Decreto Ministeriale 30 novembre 1999 n. 557 del\ Ministero dei Lavori Pubblici.* *6) Secondo l'art. 3.5 del Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n. 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.*			

Tabella 4.7 – Tabella Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Strade di tipo F rurali o in strade locali extraurbane: Se in prossimità di incroci sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o limitati con funzione di segnalazione visiva, non sono richieste prescrizione per i livelli di illuminazione (categoria ill. S7) ma solo per la categoria ill. G3 per limitare l'abbagliamento, valutato nelle condizioni di installazione degli apparecchi (gli apparecchi conformi alle Linee Guida di cui alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 sono già conformi a questa categoria).

Strade non calcolabili con UNI EN 13201-3: Qualora non sia calcolabile il parametro di luminanza della stradale secondo la UNI EN 13201-3, si deve utilizzare la categoria illuminotecnica CE di livello luminoso comparabile

II. II. Categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio

L'analisi dei parametri di influenza viene condotta dal progettista all'interno dell'analisi del rischio, e quest'ultimo può anche decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinando direttamente quella di progetto. Nello specifico la valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista ed è 'elevata' nel caso di strada

tortuosa, con numerosi ostacoli alla visione anche in funzione di elevate velocità. La tabella 4.8 riassume i prospetti 1-2-3-A della norma UNI11248 (si fa riferimento alla medesima per approfondimenti), e la classificazione secondo le leggi dello Stato. La stessa permette di risalire alla classificazione illuminotecnica (riferimento/progetto/esercizio) del tracciato viario in funzione dei relativi parametri fondamentali di influenza.

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi Rallentatori	Flusso di Traffico		
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
								100%	50%	25%
A1	1100	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	-	Normale	-	ME2	ME3a	ME4a
A1		Autostrade urbane	130		-	Elevata	-	ME1	ME2	ME3a
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade	70 -90	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	-
						Elevata	-	ME2	ME3a	-
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		Si	Normale	-	ME2	ME3b	-
						Elevata	-	ME1	ME2	-
B	1100	Strade extraurbane principali	110	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	ME4a
						Elevata	-	ME2	ME3a	ME3a
B	1100	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a	Si	Ininfluente	-	ME1	ME2	ME2
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2[4])	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
C	600	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	No	-	-	ME4a	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
D	950	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
D	950	Strade urbane di scorrimento	50	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
E	800	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
E	800	Strade urbane di quartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
F	450	Strade locali extraurbane	50	ME4b	No	-	-	ME4a	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
F	800	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	ME4b	No	-	-	ME4a	ME5	ME6

Tabella 4.8: Tabella interpretativa per Classificazione illuminotecnica di progetto e esercizio in funzione della categoria della strada e dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI 11248 (elaborata da Cielobuio e per specifiche fare sempre riferimento al documento UNI originale). La Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 prescrive questi valori di luminanza come quelli minimi di progetto. La tolleranza è quella specificata dalle norme in termini di incertezze di misura anche in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1 (+/- 10-15%).

La norma UNI 11248 introduce e propone nei prospetti 2 e 3, alcuni possibili parametri di influenza ovviamente non tutti applicabili, in ciascun ambito illuminotecnico.

Nello specifico il prospetto 2 identifica quelli fondamentali applicabili in ambito stradale e per piste ciclabili, che possono essere integrati previa adeguata analisi dei possibili rischi, in ambiti stradali, o pedonali/misti con alcuni dei parametri di influenza del prospetto 3 al fine di declassare ulteriormente l'ambito da illuminare e quindi di favorire, come appunto promuove in diversi punti la norma UNI 11248 il risparmio energetico.

Nel prospetto 3 della UNI 11248 si introducono diversi parametri utili per ridurre/incrementare la classificazione del territorio ai fini de risparmio energetico, ed in particolare i seguenti applicabili a seconda dell'ambito specifico (i valori sono inseriti

esclusivamente a titolo indicativo e possono anche essere aumentati/diminuiti dal progettista in quanto se le condizioni lo permettono è necessario favorire il risparmio energetico la colonna 4 infatti è una proposta di estensione di tali parametri):

Applicazione	Parametro d'influenza	Valori indicativi della UNI11248	Valori indicativi proposti
Estensione pari all'intero tratto stradale/pedonale/altro			
Stradale/Ciclo-Pedonale	Compito visivo normale	1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1	1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1
Stradale/Ciclo-Pedonale	Condizioni non conflittuali		
Stradale	Stradale Flusso del traffico <50% del massimo previsto per quella categoria del massimo		1 (declassamento) non applicabile alla categoria A1
Stradale	Flusso del traffico <25% del massimo previsto per quella categoria	2 (declassamento)	2 (declassamento)
NON stradale	Quando i flussi di traffico veicolare e pedonale decrescono considerevolmente	Non indicato	1 (declassamento)
Pedonale / Aree di aggregazione	Ra >= 60	-1 (declassamento)	1 (declassamento)
	Ra <= 30	1 (incremento)	0
Pedonale / Aree di pericolo di aggressione	pericolo di aggressione	1 (incremento)	1 (incremento)
Estensione limitata a zone di progetto molto ristrette			
Stradale	Segnaletica efficace nelle zone conflittuali	-1 (declassamento)	-1 (declassamento)
Stradale	In corrispondenza di svincoli o intersezioni a raso	1 (incremento)	1 (incremento)
Stradale	Stradale In prossimità di passaggi pedonali		
Stradale	Stradale In prossimità di dispositivi rallentatori		

Le indicazioni sopra riportate, indicative sia nella UNI 11248 che in questo documento, NON sono state implementate se non molto parzialmente sia dalle tabelle 4.8, 4.9 e 4.10, sia dai prospetti A della UNI 11248.

Si mostrano per le strade più comuni, tipo F - Urbana Locale, le situazioni di riferimento:

1. categoria illuminotecnica di riferimento ME4:
   - con compito visivo normale (nella maggior parte delle situazioni) tale indice diventa un indice di progetto ME5, nei restanti casi rimane ME4b;
   - qualora non sia applicabile il calcolo della luminanza secondo EN 13201-2, si usa la categoria equivalente CE, che per situazioni di compito visivo normale tale indice è CE5 e negli altri casi CE4.
2. Strade a traffico veicolare con velocità minore di 30km/h: categoria illuminotecnica di riferimento CE4 per centri storici e isole ambientali, e CE5 per le restanti strade.

La classificazione illuminotecnica degli altri ambiti del territorio definisce i valori progettuali in termini di illuminamento. Le norme di riferimento sono le seguenti:

- UNI EN 13201 e UNI 11248 – parcheggi e piazze, incroci e rotatorie, ciclabili, parchi, pedonali, ecc.
- UNI EN12193 – impianti sportivi,
- EN 12462 – aree industriali, artigianali o comunque di lavoro con utilizzo anche notturno.

La categoria illuminotecnica EV, integra le categorie CE ed S, per zone sottoposte a videosorveglianza.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi Rallentatori	Indice rischio di aggressione	Flusso di Traffico		
								Categoria illumino-tecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
								100%	50%	25%
F	Strade locali extraurbane	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30km/h	30	CE4	-	Normale	No	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
					Elevata	No	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
						Nei pressi	Normale	CE2	CE3	CE4
							Elevato	CE1	CE2	CE3
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	-	Normale	No	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
						Nei pressi	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
					Elevata	No	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
F	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali interzonali	50/30	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strada a destinazione particolare	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4

Tabella 4.9: Tabella interpretativa per la Classificazione illuminotecnica di strade e aree a traffico misto in funzione dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI 11248 (elaborata da Cielobuio e per specifiche fare riferimento al documento UNI originale). La Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 prescrive questi valori di luminanza come quelli minimi di progetto. La tolleranza è quella specificata dalle norme in termini di incertezze di misura anche in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1 (+/-10-15%).

Strade di tipo F particolari: Nel caso di isole ambientali, centri storici, altri tipi di strade con velocità massima compresa tra 5 e 30 km/h e nelle strade con velocità della marcia a piedi, il valore dell'incremento di soglia TI è riportato in tabella 4.13.

Piste ciclabili e intersezioni: Le categorie illuminotecniche individuate per i tratti in curva sono generalmente applicabili anche per le zone di intersezioni a raso con strade con traffico veicolare e qualora fossero presenti dispositivi

Descrizione del tipo della strada	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Ambiente	Flusso di Traffico ciclisti	Pedoni	Pendenza media	Tratto di progetto	Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di Esercizio
Piste ciclabili	S3	urbano	Normale	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					>2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					>2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
			Elevato	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					>2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
					>2%	Rettilineo	CE3	
						Curva	CE2	
		extraurbano	Normale	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S5	
						Curva	S4	
					>2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					>2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
			Elevato	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					>2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					>2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE2	

Tabella 4.10: Tabella interpretativa per Classificazione illuminotecnica delle piste ciclabili in funzione dei parametri fondamentali di influenza secondo la norma UNI 11248 (fare riferimento al documento UNI originale). La Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007prescrive questi valori di luminanza come quelli minimi di progetto. La tolleranza è quella specificata dalle norme in termini di incertezze di misura anche in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1 (+/-10-15%).

4.4 PARAMETRI ILLUMINOTECNICI PROGETTUALI

Definiti i requisiti illuminotecnici di progetto per la conformità alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 della progettazione illuminotecnica, si devono minimizzare (a meno della tolleranza di misura indicata nelle norme):

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali,
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti.

I parametri di progetto da minimizzare sono riportati in tabella sotto indicata.

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto	Grandezza illuminotecnica da verificare 1	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2
Pedonali, parchi, giardini, parcheggi, piazze, ciclabili	S	Illuminamento Orizzontale	**E medio** minimo mantenuto [lx]	**E min** mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	**Esc.** minimo mantenuto [lx]
Rotatorie, zone conflitto, intersezioni, sottopassi	CE	Illuminamento Orizzontale	**E medio** minimo mantenuto [lx]	**Uo Uniformità di E medio** (Emed/Emin)	Illuminamento Vericale	**EV** minimo mantenuto [lx]

Tabella 4.11: Definizione dei parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare.

Requisiti illuminotecnici di progetto in ambito stradale					
Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	L in cd/m2 [minima mantenuta]	Uo [minima]	UI [minima]	TI in % a) [massimo]	SR2 b) [minima]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	nessun requisito
a) Un aumento del 5% del TI può essere ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza (vedere nota 6).					
b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.					

Tabella 4.12: Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale norma UNI EN 13201-2

b. Requisiti illuminotecnica di progetto in altri ambiti

Classe CE: Definisce gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali etc.;

Classe S: Definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi etc.;

Classe ES: Favorisce la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.

Classe EV: Favorisce la percezione di piani verticali in passaggi pedonali, caselli, svincoli o zone di interscambio) o in zone con rischio di azioni criminose, ecc.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicindrico	
Classe	**E. Medio** (minimo mantenuto) lx	**U_0 Emedio**	**Ti** (Valore dell' incremento di soglia)	**Classe**	**E_{SC} Minimo** (mantenuto) lx
CE0	50	0,4	10	**ES1**	10
CE1	30	0,4	10	**ES2**	7,5
CE2	20	0,4	10	**ES3**	5
CE3	15	0,4	15	**ES4**	3
CE4	10	0,4	15	**ES5**	2
CE5	7,5	0,4	15	**ES6**	1,5
Classe	**E. Medio** (minimo mantenuto) lx	**E. min** (mantenuto)	**Ti** (Valore dell' incremento di soglia)	**ES7**	1
S1	15	5	15	**ES8**	0,75
S2	10	3	15	**ES9**	0,5
S3	7,5	1,5	15	**Illuminamento verticale**	
S4	5	1	20	**Classe**	**E_V Minimo** lx
S5	3	0,6	20	**EV3**	10
S6	2	0,6	20	**EV4**	7,5
S7	Non determinato			**EV5**	5

Tabella 4.13: Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S-CE-EV-Es.

c. Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile (tabella 4.14 i gruppi di categorie illuminotecniche comparabile sono riportate nella stessa colonna).

Livelli di prestazione visiva e di progetto									
Indice Ill. UNI 10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/mq]		2	1.5	1	0.75	0.5	0.3		
E orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
E orizzontali				S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)
E semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E verticali		EV3 (10lx)	EV1 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

Tabella 4.14: Tavola di correlazioni illuminotecniche per zone progettuali contigue

d. Illuminazione delle intersezioni a rotatoria

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

- Strade di accesso (bracci di ingresso e di uscita) alla rotatoria illuminate: La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.
- Strade di accesso (bracci di accesso e di uscita) alla rotatoria non illuminate: Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Se una o più delle strade di accesso non fossero illuminate, il riferimento è la categoria illuminotecnica prevista per dette strade. Si raccomanda di adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

e. Illuminazione delle intersezioni a raso lineari ed a livelli sfalsati

Le intersezioni, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

- Strade principali (delle quali gli elementi di intersezione vi fanno parte) illuminate: La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria CE2.
- Strade principali non illuminate: Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Si raccomanda di adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

4.5 PROGETTO

Il progetto illuminotecnico deve comprendere:

- informazioni dettagliate per individuare chiaramente la zona o le zone di studio considerate e/o che si sono selezionate ai fini del progetto;
- la corretta classificazione della strada e la giustificazione delle scelte unitamente alla categoria illuminotecnica di riferimento ed ai parametri principali utilizzati per le definizione della categoria illuminotecnica di riferimento, il loro peso, i dati e le fonti, che giustificano le scelte del progettista;
- l'analisi del rischio e le sue conseguenze sul progetto;
- i parametri di influenza eventualmente considerati per completare il progetto con giustificazione della scelta e dei valori adottati e le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio;
- la griglia ed i parametri di calcolo, i parametri di riflessione della pavimentazione stradale (se necessari);
- i requisiti fotometrici calcolati per le categorie illuminotecniche di progetto e/o di esercizio, corredati delle tabelle di luminanza (ove previste) e dai valori di illuminamento calcolati negli stessi punti della griglia;
- un piano per la manutenzione per garantire il mantenimento dei requisiti illuminotecnici di progetto.

Prospetto - Definizione delle zone di studio

Tipo	Distinzioni	Zona di studio
Strade a traffico veicolare (escluse F con V<=30km/h)	senza corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali	Carreggiata (esclusa emergenza)
	Con corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Strade di classe F con limite di velocità V<=30km/h	senza marciapiedi	Zona compresa fra due edifici
	con marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Piste ciclabili e strade/zone i cui utenti principali sono i pedoni	senza marciapiedi	Zona su cui insistono, passaggi pedonali o piste ciclabili (si possono sommare se adiacenti)
Zone di Conflitto	senza marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Carreggiata (esclusa emergenza e compreso isolotto centrale di rotatorie de percorribile da veicoli autorizzati)
	con marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Zone con dispositivi rallentatori	-	Solo la zona circostante il rallentatore o l'intera area fra due rallentatori se vicini
Attraversamenti	-	La zona di studio considera: - lo spazio definito dalla segnaletica orizzontale; - lo spazio simmetricamente disposto rispetto alla segnaletica per una larghezza pari a quella della segnaletica stessa; - il marciapiede, limitatamente al tratto corrispondente alla larghezza della zona

4.6 FLUSSI DI TRAFFICO

Si possono ridurre i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia di strada.

Per esempio:

- una strada urbana di scorrimento che dalle 17 alle 20 presenta il massimo traffico consentito (es. 1.000 veicoli/ora/corsia) deve avere una luminanza di 1 cd/mq;
- con un flusso di traffico dalle 20 alle 22 ridotto del 50% (500 veicoli/ora/corsia) la luminanza deve essere ridotta a 0,75 cd/m2;
- dalle 22 in poi, con un traffico ridotto a meno del 25% del massimo (250 veicoli/ora/corsia), la strada deve avere una luminanza di 0,5 cd/m2.

La categoria illuminotecnica vale per i flussi di traffico massimi previsti per ogni classe stradale, indipendentemente dai flussi di traffico effettivamente previsti.

I valori dei flussi sono indicati in *Figura 4.3 4.4 4.5 Caratteristiche geometriche delle strade* del citato D.M. del 5.11.2001.

I flussi di traffico indicano la media della portata di servizio per corsia in veicoli/ora per i diversi tipi di strade. Quando i flussi rispetto alla carreggiata, si riducono rispetto al valore massimo rispettivamente del 50%, al 75%, la categoria illuminotecnica si declassa di una categoria, o due livelli.

I livelli di luminanza ammessi sono indicati nella tabella 4.8 "*Classificazione illuminotecnica di progetto e esercizio in funzione della categoria della strada*" e nella tabella 4.9 *"Classificazione illuminotecnica di strade e aree a traffico misto in funzione dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI11248…".*

In relazione ai numerosi rilievi sul territorio si è evidenziato che la maggior parte delle strade comunali è classificata F1 e categoria illuminotecnica ME4b. I livelli di traffico sono in genere al di sotto del 25% del flusso massimo ammesso.

Per una tipica via residenziale, strada urbana locale, si ha un flusso massimo ammesso per corsia di 800 autoveicoli/ora, equivalente a 1600 autoveicoli/ora considerando le due corsie, corrispondente ad un autoveicolo ogni 2 secondi. Per flussi di un'automobile ogni 5 secondi, il flusso risulta inferiore al 50% del massimo e la categoria illuminotecnica può essere ridotta di uno. Questo riduce la luminanza media mantenuta permettendo un risparmio in energia elettrica stimato al 20% al 40% durante i periodi di riduzione del flusso luminoso.

La riduzione della luminanza del manto stradale in funzione dei livelli di traffico viene normalmente attuata con l'introduzione di riduttori di flusso luminoso che sono di fatto prescritti dalla DEL. G.R. 48/31 del 29.11.2007, e che oltre a permettere risparmi che possono superare il 40% dei consumi elettrici, permettono di allungare la vita media delle lampade installate e ridurre i costi manutentivi.

Se un impianto è progettato e dimensionato con l'indice di categoria illuminotecnica corrispondente al flusso massimo, la riduzione in funzione del traffico viene attuata mediante sistemi di riduzione del flusso luminoso che dispongono di programmi personalizzati di gestione e telegestione della variazione del flusso luminoso.

Nel paragrafo successivo è riportata la classificazione del territorio comunale mentre nei paragrafi di pianificazione verranno proposte anche adeguate curve di calibrazione del flusso luminoso notturno.

Per fare una valutazione puntuale dei flussi di traffico notturni si farà riferimento, qualora fosse disponibile, il Piano Generale del Traffico Urbano "PGTU" del Comune.

Per il comune di Nurachi non sono disponibili i dati relativi ai flussi di traffico delle due principali arterie stradali, la S.S.292 e la comunale verso Cabras, quindi si è operata una semplificazione semplificazione. nelle altre vie del Comune i flussi di traffico sono di gran lunga inferiori.

a. Rilievi dei flussi di traffico

Scopo principale di queste indagini sarebbe quello di tracciare nel modo più completo e ampio possibile, sia qualitativamente che quantitativamente, la mappa degli spostamenti che interessano la rete viaria del Comune.

Non essendo stato possibile effettuare tali rilevazioni, e quindi non avendo a disposizione flussi di traffico suddivisi per fascia oraria è impossibile risalire alle riduzioni di traffico, necessarie per operare una riduzione del flusso luminoso.

Tuttavia, volendo calcolare una curva di calibrazione per gli impianti d'illuminazione comunali per una eventuale futura riduzione del flusso luminoso mediante opportuni dispositivi, è pensabile procedere in uno dei seguenti modi (compatibilmente con le caratteristiche delle sorgenti luminose e della tipologia di impianto):

- effettuare una prima riduzione del 20-25% alle ore 21 e successivamente del 40-50% rispetto alle condizioni di pieno regime alle ore 24;
- effettuare un'unica riduzione del 30-35% entro le ore 23;
- effettuare un'unica riduzione del 40-50% entro le ore 24.

Eventuali variazioni dei flussi di traffico negli anni a venire suggeriscono di volta in volta come e se cambiare gli orari di riduzione del flusso luminoso nelle varie strade.

4.7 TABELLA RIASSUNTIVA: CLASSIFICAZIONE STRADE

L'analisi delle strade presenti sul territorio comunale mostra che:

- la quasi totalità delle strade (90%) sono di tipo F;
- le strade di tipo E sono il 7%;
- le strade di tipo C sono il 3%.

a. Classificazione strade per categoria illuminotecnica di riferimento

L'analisi delle categorie illuminotecniche di riferimento presenti sul territorio comunale mostra che:

- le strade di categoria illuminotecnica Me4b sono circa l'87%;
- le strade di categoria illuminotecnica Me3c sono circa il 10%;
- le strade di categoria illuminotecnica Me3a sono circa il 3%;

b. Classificazione strade per categoria illuminotecnica di progetto

L'analisi delle categorie illuminotecniche di progetto presenti sul territorio comunale mostra che:

- la quasi totalità delle strade è di categoria illuminotecnica Me5 (86);
- le strade di categoria illuminotecnica Me3c sono circa il 10%;
- le strade di categoria illuminotecnica Me3a sono circa il 4;

c. Tabella della classificazione delle strade

Tutti i dati relativi alla classificazione illuminotecnica delle strade (compresi di flussi massimi di traffico per tali categorie e dell'indice di declassificazione negli orari a minor flusso di traffico) sono raccolti nell'allegato 8 - "Classificazione illuminotecnica delle strade" disponibile solo nella versione multimediale del piano.

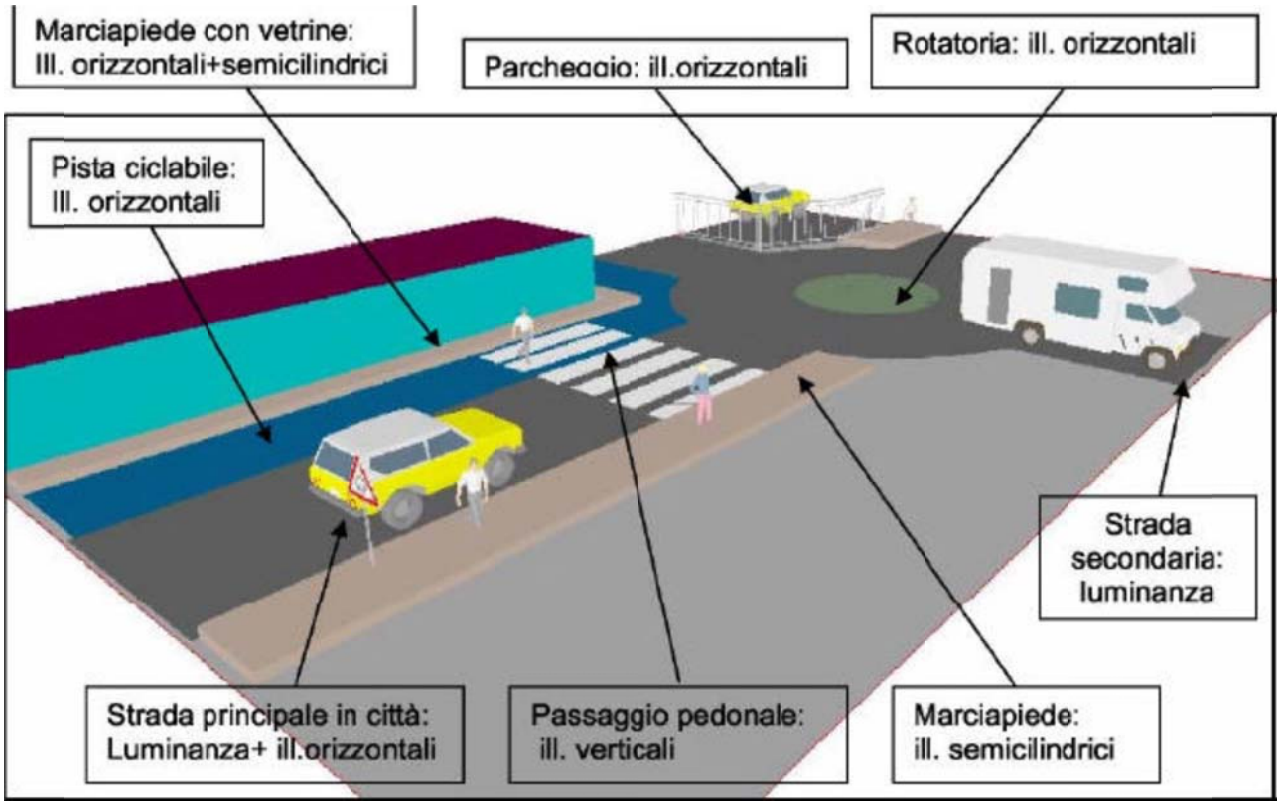
4.8 CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO

La classificazione del resto del territorio, come indicato nei paragrafi precedenti deve essere eseguita mediante le norme tecniche UNI EN 13201-2 che permettono di assegnare determinati valori progettuali a ciascun ambito territoriale con particolare destinazione.

Nell'ambito del piano della luce, verranno classificate diverse categorie di ambiti territoriali di particolare rilevanza per il territorio, ma si eviterà una capillare e completa classificazione di ogni singolo ambito per diversi motivi di ordine pratico, in quanto:

- fortemente legato al contesto di valutazione spaziale e temporale;
- solo alcuni elementi del territorio hanno effettiva esigenza di essere classificati;
- solo alcuni ambiti necessitano e necessiteranno una illuminazione particolare e dedicata;
- sarebbe quasi impossibile classificare ogni elemento senza la reale necessità (marciapiede, incrocio,piazzetta, ecc.).

Per questi stessi motivi, è fondamentale riportare in questo breve paragrafo i principi guida della classificazione del Comune, è infatti necessario capire e conoscere quanto e come è stato classificato il territorio e per permettere di procedere in maniera analoga, qualora un professionista fosse incaricato di progettare l'illuminazione di un particolare ambito comunale di nuova concezione e ridestinazione e non preventivamente identificato dal piano stesso.



a. EN 13201 – Combinazioni da rispettare nella classificazione

Livelli di prestazione visiva e di progetto

Indice Ill. UNI 10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/mq]		2	1.5	1	0.75	0.5	0.3		
E orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
E orizzontali				S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)
E semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E verticali		EV3 (10lx)	EV1 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

Tabella 4.19 – Tabella relazione fra luminanze delle strade e illuminamenti del resto del territorio in aree limitrofe

La tabella sopra riportata permette, in funzione dell'applicazione di identificare tutti i parametri progettuali da verificare. Facciamo un esempio:

Pista ciclabile in centro cittadino lungo una strada urbana di scorrimento. Per questa pista ciclabile i parametri progettuali sono i seguenti:

- S2 Illuminamento medio mantenuto orizzontale di 10 lux;
- ES5 Eventuale illuminamento minimo semicilindrico mantenuto pari a 2 lux;
- Non è richiesto un illuminamento minimo verticale mantenuto in tale circostanza.

b. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe CE

Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, ecc.

Illuminamento orizzontale		
Classe	E. Medio (lux) (minimo mantenuto)	U0 E medio
CE0	50	0.4
CE1	30	0.4
CE2	20	0.4
CE3	15	0.4
CE4	10	0.4
CE5	7.5	0.4

Tabella 4.20 – Tabella illuminamenti orizzontali classe CE

Quando usarla:

- Incroci importanti, rotatorie e svincoli;
- Strade di aree commerciali;
- Corsie di incolonnamento e decelerazione;
- Sottopassi pedonali.

Quando non usarla:

- Strade con incroci su strade secondarie che non modificano la visione del conducente;
- Strade con banchine laterali o corsie di emergenza che fanno parte della banchina principale.

Condizioni in cui è applicabile

- Quando le convenzioni per la luminanza non sono applicabili (in generale aree complesse con molteplici direzioni di osservazione);
- Come classe aggiuntiva per situazioni in cui siano presenti più utenti della strada.

c. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe S

Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi,ecc.

Illuminamento orizzontale		
Classe	E. Medio (lux) (minimo mantenuto)	U0 E medio
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1
S5	3	0.6
S6	2	0.6
S7	Non determinato	

Tabella 4.21 – Tabella illuminamenti orizzontali classe S

Quando usarla

- Nelle strade principali che attraversano i piccoli centri urbani è comune trovare affiancati o congiunti alla
- carreggiata parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili;
- In questo caso unitamente al calcolo della luminanza è necessario verificare i valori di illuminamento e soprattutto il rispetto del valore minimo puntuale;
- Questi valori possono essere di riferimento anche per piccole circola zioni interne veicolari o pedonali.

Quando non usarla

- I valori di S1 sono da utilizzare come valori di riferimento e controllo per situazioni in cui l'illuminamento non sia elemento principale di valutazione;
- Nel caso di rotatorie o altre situazioni simili è da utilizzare come riferimento la classe CE.

d. EN 13201 – Illuminamenti Verticali: Classe EV

Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli. ecc.

Classe	Ev Minimo (lux) (minimo mantenuto)
S1	50
S2	30
S3	10
S4	7.5
S5	5
S6	0.5

Tabella 4.22 – Tabella illuminamenti verticali classe EV

A cosa serve:

I valori di illuminamento verticale permettono di valutare la quantità di luce che colpisce (da una direzione di osservazione data) una sagoma o un ostacolo che si staglia sullo sfondo. I parametri definiti nella classe EV sono riferimenti aggiuntivi da utilizzare congiuntamente alle altre classi base.

Quando usarla:

- Il calcolo della classe EV è un parametro aggiuntivo ed integrativo in alcune condizioni alle classi ME–CE–S;
- Negli attraversamenti pedonali;
- Sul fronte dei caselli a pedaggio;
- In tutti i casi in cui è necessario verificare la corretta illuminazione di una sagoma.

Quando non usarla:

- Illuminazione di sicurezza, in particolare in aree sottoposte a videosorveglianza;
- Piazze ed aree pedonali come alternativa o variante agli illuminamenti semicilindrici;
- In incroci o svincoli per verificare i valori nei punti limite.

Tale classe viene associata alle altre classi in caso di progettazione del territorio non viene quindi riportata una suddivisione specifica per il territorio comunale in quanto sarebbe piuttosto articolata e complessa.

e. EN 13201 – Illuminamenti Semicilindrici: Classe ES

Classe aggiuntiva per aumentare il senso di sicurezza e ridurre la propensione al crimine.

Illuminamento semicilindrici	
Classe	Ev Minimo (lux) (minimo mantenuto)
ES1	10
ES2	7.5
ES3	5
ES4	3
ES5	2
ES6	1.5
ES7	1
ES8	0.75
ES9	0.5

Tabella 4.23 – Tabella illuminamenti semicilindrici classe ES

A cosa serve:

La classe ES viene utilizzata per definire dei valori di riferimento nel riconoscimento delle forme tridimensionali (un persona – il suo volto). Una buona percezione di una figura ad una distanza adeguata consente di accrescere il senso di sicurezza della persona e quindi il suo piacere a stare in un determinato luogo.

Quando usarla:

La classe ES è una classe aggiuntiva, il suo utilizzo è da prevedere congiuntamente alle altre classi base. In tutte le aree pedonali dove è importante limitare il senso di insicurezza, principalmente piazze, parcheggi, marciapiedi e zone pedonali. Per le caratteristiche di direzionalità del calcolo è importante utilizzare questo parametro in presenza di percorsi definibili.

Quando non usarla:

La classe ES in quanto aggiuntiva può essere utilizzata pressoché dappertutto. Il suo utilizzo non è richiesto in zone non frequentate da pedoni. E' necessario sottolineare che per quanto la percezione di un volto sia utile comunque non può prevaricare le condizioni fondamentali di sicurezza ottenibili con le classi basi ME – CE.

Tale Classe viene associata alle altre Classi illuminotecniche in caso di progettazione del territorio non viene quindi riportata una suddivisione del territorio comunale in quanto sarebbe piuttosto articolata.

f. Classificazione specifica del territorio comunale

Gli ambiti non stradali del territorio comunale di Nurachi vengono classificati come riportato nella tabella seguente.

Descrizione del tipo di ambito	Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio		Categorie illuminotecniche addizionali (se presenti)
		Flusso di traffico 50%	Flusso di traffico 25%	
Ciclabili in zona urbana (rettilinee)	S3	-	-	-
Ciclabili in zona urbana (curve)	S2	-	-	-
Ciclabili in zona extraurbana	S4	-	-	-
Centro storico (con velocità minore di 30km/h)	CE4	CE5	S4	-
Incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane (apparecchi di illuminazione, singoli o in numero limitato)	S7	-	-	-
Intersezioni o rotatorie	CE2	CE3	CE4	-
Parchi e giardini	S3	-	-	ES6
Piazze	CE4	CE5	S4	ES5

Note:

Per la classificazione dei parcheggi si deve prevedere una diminuzione di una categoria rispetto a quella delle strada di accesso.

Per gli incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane (apparecchi di illuminazione, singoli o in numero limitato) si richiede la categoria illuminotecnica G3 per la limitazione dell'abbagliamento, valutata nelle condizioni di installazione degli apparecchi di illuminazione.

Per gli incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane (apparecchi di illuminazione, singoli o in numero limitato) ad elevata incidentalità si deve prevedere l'aumento di una categoria rispetto a quella riportata nelle tabella sopra indicata.

Pianificazione adeguamenti

Si individuano e si registrano:

- le proposte operative per le evidenze storiche ed architettoniche;
- le situazioni potenzialmente critiche;
- gli impianti pubblici a rilevante impatto ambientale e consumo energetico;
- gli impianti esistenti, non conformi alle linee guida;
- le scadenze temporali per l'adeguamento degli impianti;
- gli impianti privati a rilevante impatto ambientale.

Proposte operative per le evidenze storiche e artistiche

Si identificano gli edifici di riconosciuto valore storico/artistico/architettonico e si indicano le linee di intervento, compatibili con i criteri indicati nelle Linee Guida, per l'eventuale riqualificazione illuminotecnica, fatti salvi i progetti illuminotecnici specifici e specialistici. Si supporta il tutto con una relazione recante:

- l'inquadramento storico;
- l'analisi dell'illuminazione in essere (qualora esistente);
- i potenziali criteri illuminotecnici compatibili.

Situazioni potenzialmente critiche

Si identificano le situazioni di criticità, considerate tali per il contesto in cui sono inseriti o per la forte caratterizzazione e destinazione d'uso (stazioni ferroviarie, sottopassi, svincoli urbani, parchi pubblici, impianti sportivi, edifici scolastici, piazze e luoghi di aggregazione, teatri, cinema, edifici per l'ordine pubblico, infrastrutture militari e per la sicurezza, ospedali, case di cura e simili, edifici storici di particolare rilevanza turistica, locali notturni, discoteche e simili), che necessitano di:

- illuminazione complessa, gradevole o gestita;
- sicurezza stradale;
- sicurezza pedonale e prevenzione anticrimine;
- gestione di forti flussi ciclo-pedonali e veicolari notturni.

Impianti pubblici a elevato impatto ambientale e ad elevato consumo energetico

Si identificano e si valutano, facendo riferimento all' "Allegato A1-Censimento impianti di illuminazione", gli impianti contraddistinti da:

- luce invasiva e/o intrusiva;
- dispersione di luce;

- sovrabbondanza d'illuminazione.

Si assegnano punteggi di priorità, compresi fra 1 e 2, in funzione di:

- dimensioni dell'impianto e numero di apparecchi;
- maggiore impatto sul territorio a parità di applicazione.

Si riportano i dati in una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante).

	Indice di Priorità	Identificazione Impianto	Note integrative
Esempio	2	Parcheggio di Via …	

NOTE

In generale, la normalizzazione di tali impianti è fortemente consigliata e sono da considerarsi ugualmente critiche tanto una piazza illuminata da decine di sfere prive di schermo e con sorgenti da 35 W quanto un piazzale illuminato con torri faro completamente schermate ma con potenze sovradimensionate di 2/3 volte rispetto all'effettiva necessità.

Prescrizioni sull'adeguamento dell'esistente

Fasce di Protezione degli osservatori astronomici/astrofisici e delle aree naturali protette

Si individuano gli impianti da adeguare e si registrano in una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante), in relazione alle prescrizioni poste in capo ai Comuni interessati dalle fasce di protezione degli Osservatori astronomici o delle aree naturali protette, di disporre per l'adeguamento degli impianti d'illuminazione pubblici e privati realizzati prima della emanazione delle Linee Guida, entro il termine di 4 anni, considerato che l'indice di priorità di intervento, per tali impianti, è sempre pari a 2.

	Indice di Priorità	Via	Tipo di apparecchio	Modello	Sorgente luminosa	W	Tipo sostegno	Tipo di Intervento
Esempio	2	Via …						

Impianti realizzati dopo l'entrata in vigore delle linee guida e non conformi alle stesse.

Si individuano e si registrano, in una tabella riassuntiva (sul modello della tabella qui di seguito riportata) le analoghe fattispecie di impianti realizzati successivamente all'entrata in vigore delle Linee Guida.

	Indice di Priorità	Via	Tipo di apparecchio	Modello	Sorgente luminosa	W	Tipo sostegno	Tipo di Intervento
Esempio	2	Via …						

Priorità d'intervento

Si individuano le priorità, facendo riferimento a:

- paragrafo 3.2 per gli impianti non conformi alle linee guida (tutti con priorità 1)

- paragrafo 5.3 per gli impianti a rilevante impatto ambientale ed elevato consumo energetico;
- paragrafo 5.4 - lettera a) per gli impianti d'illuminazione da adeguare, in quanto in fascia di protezione (tutti con priorità 2);
- paragrafo 5.4 - lettera b) per gli impianti d'illuminazione non conformi alle linee guida, (tutti con priorità 2);
- impianti d'illuminazione dotati di sorgenti luminose ai vapori di mercurio (hanno tutti priorità 2).

Si registrano tali priorità in una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante).

IMPIANTI	Impianti non conformi linee guida	Impianti in area protetta: obbligo di Adeguamento	Impianti realizzati dopo linee guida	Elevato Impatto Ambientale	Impianti antieconomici	Sorgenti Vapori di Mercurio	Tot.
Via...	2	2	2		1		6
Via ...	2	2		1	1		5

La sicurezza degli impianti non può prescindere dalla messa a norma dei quadri elettrici di proprietà, peraltro necessaria per intraprendere qualsiasi attività di risparmio energetico.

Verifica impianti privati non conformi con le linee guida

Si individuano gli impianti non conformi. alle linee guida, facendo riferimento all'Allegato A1 -Censimento impianti d'illuminazione, e si individuano i possibili interventi di normalizzazione a carico dei diversi ambiti, aree e immobili censiti.

CAPITOLO V

LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

5.1 OBIETTIVI

Il Piano di Illuminazione Pubblica è stato realizzato privilegiando soluzioni e proposte illuminotecniche che mirano principalmente al conseguimento delle seguenti opportunità:

- Contenimento dell'"inquinamento luminoso" e salvaguardia ambientale del territorio Comunale;
- Miglioramento del confort visivo e maggiore fruibilità degli spazi;
- Progettazione coordinata su tutto il territorio;
- Ottimizzazione degli impianti d'illuminazione;
- Riduzione dei costi, dei consumi energetici e di manutenzione.

Il perseguimento di tali obiettivi primari si ottiene adottando le precauzioni ed i consigli progettuali previsti nella Del. della G.R. 48/31 del 29.11.2007:

a) Controllo del flusso luminoso direttamente inviato al di sopra del piano dell'orizzonte.
b) Adozione dei valori minimi di luminanze e di illuminamenti previste dalle norme a seconda della tipologia di strada, ambito da illuminare.
c) Adozione di lampade ad elevata efficienza compatibilmente con le condizioni d'uso e di esercizio.
d) Ottimizzazione degli impianti in termini di minimizzazione delle potenze installate e massimizzazione dei rapporti interdistanze altezza dei sostegni.
e) Adozione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso.
f) Riduzione dell'abbagliamento diretto e controllo dei gradienti di luminanza.
g) Identificazione di sistemi alternativi d'illuminazione e segnalazione a supporto della sicurezza stradale in linea con le disagevoli condizioni di visibilità (soprattutto nei periodi invernali) nell'ambito di eventuali progetti di riqualificazione del territorio.

5.2 DEFINIZIONE E AMBITI APPLICATIVI

La Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 verrà ora esaminata per ciascun ambito di interesse ai fini di identificare univocamente le linee guida per l'illuminazione futura per il territorio comunale in particolare si riporteranno ed esaminate le seguenti disposizioni:

- Legge Regionale n. 2 del 29/05/2007 art. 19 comma 1 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso"
- Direttiva europea 2005/32/CE del 06/07/2005, "relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia e recante modifica della direttiva 92/42/CEE del Consiglio e delle direttive 96/57/CE e 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio".
- Direttiva europea 2006/32/CE del 5 aprile 2006 "concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici";
- Art. 118 della Costituzione sui principi di sussidiarietà, differenziazione ed adeguatezza, che impongono l'attribuzione di specifiche funzioni amministrative alle Province allorché sia necessario per assicurarne l'esercizio in forma unitaria
- Art. 20 del Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 267 "Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali", relativamente ai "Compiti di programmazione";

- Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992 "Nuovo Codice della Strada" e ss.mm.ii.;
- D.P.R. 495/92 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" e ss.mm.ii.
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e ss.mm.ii;
- Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS);
- Art. 21 della Legge Regionale n. 9 del 12 giugno 2006 "Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali", relativamente alla "Energia, conferimenti agli enti locali"
- Art. 5 c. 2 della Legge Regionale n. 9 del 12 giugno 2006 "Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali", relativamente alle "funzioni delle province"

a. Definizione di inquinamento luminoso

Ai fini delle presenti linee guida si intende per:
1) inquinamento luminoso: ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale e, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte;
Commenti ed Osservazioni: La definizione di inquinamento luminoso è "estesa" ponendo l'accento su una progettazione illuminotecnica accurata che eviti non solo emissione di luce oltre l'orizzonte (condizione necessaria ma non sufficiente per il reale conseguimento degli intenti della legge) ma anche fenomeni di fastidioso quanto pericoloso abbagliamento degli utenti della strada e di luce intrusiva ed invasiva nelle case e nei fondi altrui.

b. Ambito di applicazione

La riduzione dell'inquinamento luminoso e della luce intrusiva, nonché il risparmio energetico su tutto il territorio regionale attraverso la razionalizzazione degli impianti di illuminazione esterna pubblici e privati, ivi compresi quelli di carattere pubblicitario, anche attuando iniziative che possano incentivare lo sviluppo tecnologico;
Commenti: Su tutto il territorio regionale i nuovi impianti devono essere realizzati in modo conforme alla legge. Tale principio vale sia per i soggetti pubblici che per quelli privati che devono assoggettare i loro nuovi impianti in conformità alla Del. Della G.R. 48/31 del 29.11.2007.

c. Autorizzazione nuovi impianti, progettisti e progetto illuminotecnico

I comuni: sottopongono al regime dell'autorizzazione tutti gli impianti di illuminazione esterna, anche a scopo pubblicitario; a tal fine il progetto deve essere redatto da una delle figure professionali previste per tale settore impiantistico; dal progetto deve risultare la rispondenza dell'impianto ai requisiti della presente legge.
I comuni: autorizzano i progetti di tutti gli impianti di illuminazione esterna, anche a scopo pubblicitario, con l'esclusione di quelli di modesta entità. Ai fini dell'autorizzazione, il progetto, deve essere redatto in conformità ai presenti criteri e quindi firmato da un tecnico di settore, abilitato, che se ne assume la responsabilità.
Commenti sull'autorizzazione: Su tutto il territorio regionale tutti i nuovi impianti d'illuminazione pubblici e privati anche a scopo pubblicitario (ad esclusione di quelli di modesta entità) devono essere autorizzati dal sindaco o dagli organi competenti che ne fanno le veci all'interno del Comune. L'atto di approvazione si compie con l'approvazione del progetto illuminotecnico i cui contenuti si esaminano ai successivi paragrafi.
I progettisti: redigono e sottoscrivono il progetto, che tramite una adeguata relazione dimostri l'applicazione e il rispetto delle presenti disposizioni, illustri le istruzioni di installazione ed uso corretto dell'apparecchio, e le soluzioni adottate per conseguire le finalità di cui al paragrafo 1, punto 2, contenga le misurazioni fotometriche dell'apparecchio utilizzato nel

progetto esecutivo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo verificabile, ed emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da ente terzo quali l'IMQ; le stesse devono riportare inoltre la posizione di misura del corpo illuminante, l'identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del responsabile tecnico del laboratorio, e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure effettuate conformemente ai presenti criteri, solo in quanto tecnici abilitati iscritti ad ordini professionali, con curricula specifici;

Commenti sul professionista e sul progetto illuminotecnico: Su tutto il territorio regionale i nuovi impianti d'illuminazione pubblica e privata (ad esclusione di quelli di modesta entità) devono essere realizzati da professionisti iscritti a ordini e collegi professionali in possesso di curriculum specifici nell'ambito illuminazione.

Il progetto deve palesare la conformità alla Del. Della G.R. 48/31 del 29.11.2007 e per tale motivo deve essere accompagnato da una relazione tecnico-descrittiva che mostri le scelte progettuali effettuate e la relativa conformità di legge.

Il conferimento dell'incarico trasferisce al professionista le responsabilità che la progettazione comporta, ivi inclusi gli errori derivanti da dolo, colpa, imperizia nonché la verifica che l'installazione risponda ai requisiti di legge.

I contenuti del progetto illuminotecnico saranno esaminati ai paragrafi successivi.

d. Installatori

I Comuni" al termine dei lavori, autorizzati ai sensi del paragrafo 5 punto 4, si fanno rilasciare dall'impresa installatrice la dichiarazione di conformità dell'impianto alle presenti disposizioni e alle norme vigenti; la cura e gli oneri dei collaudi sono a carico dei committenti degli impianti. Le case costruttrici, importatrici, fornitrici devono corredare i loro prodotti per l'illuminazione di certificazione di conformità alle presenti disposizioni e alle norme vigenti.

Commenti sull'Installatore: è necessario che gli installatori realizzino l'installazione in conformità al progetto illuminotecnico rispettando ogni singola voce del progetto comprese quelle relative all'inclinazione del corpo illuminante o alla regolazione della lampada all'interno del vano lampada.

5.3 CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO

a. Intensità luminosa massima

Un criterio di massima è quello di utilizzare apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi ed oltre (la rilevazione di tale valore può essere compreso nel range di 0 - 0,49 cd. in virtù dell'errore strumentale della misurazione del valore 0).

Commenti: A titolo esemplificativo si riportano di seguito alcune immagini per meglio chiarire le tipologie di corpi illuminanti adottabili. Come si evince dal testo e dalle immagini è comunque preferibile a parità di rispetto delle indicazioni sopra riportate l'utilizzo di corpi illuminanti con vetro di protezione piano orizzontale.

Figura 5.1 – Tipologie di apparecchi illuminanti non ammessi (fonte Cielobuio)

Figura 5.2 – Tipologie di apparecchi illuminanti conformi alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 (fonte Cielobuio)

b. Conformità degli apparecchi

Le case costruttrici, importatrici, fornitrici provvedono a corredare la documentazione tecnica dei seguenti documenti:

a) il certificato di conformità alle linee guida, su richiesta del progettista, per il prodotto messo in opera sul territorio della Regione Sardegna;
b) la misurazione fotometrica dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo; la stessa deve riportare:
   - la temperatura ambiente durante la misurazione;
   - la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;
   - la norma di riferimento utilizzata per la misurazione;

- l'identificazione del laboratorio di misura ed il nominativo del responsabile tecnico; · le specifiche della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- · la posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- · il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la relativa incertezza di misura;
- · la dichiarazione dal responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali l'IMQ, circa la veridicità delle misure."

Commenti: I produttori, gli importatori ed i fornitori di apparecchi per l'illuminazione SONO per legge obbligati a fornire i dati di cui alle lettere a) e b), ma in particolar modo SOLO quanto specificato al punto b) permette a progettista e Comune di verificare la conformità del prodotto prescelto alle Linee Guida.

Definizione di Intensità luminosa: Esprime la quantità di luce che è emessa da una sorgente in una determinata direzione. Si indica con la lettera I e si misura in candele [cd]. Per poter permettere un confronto fra sorgenti diverse essa è normalizzata per 1000 lumen.

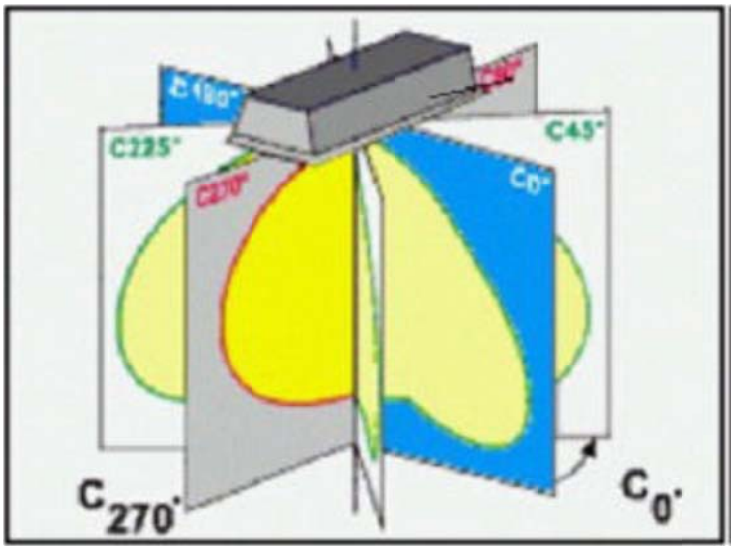


Figura 5.3 – Intensità luminosa tracciata in ciascun piano che taglia il corpo illuminante. La somma di tutte le intensità luminose a 360° su tutti i piani rappresenta il "solido" fotometrico dell'apparecchio. (fonte Cielobuio)

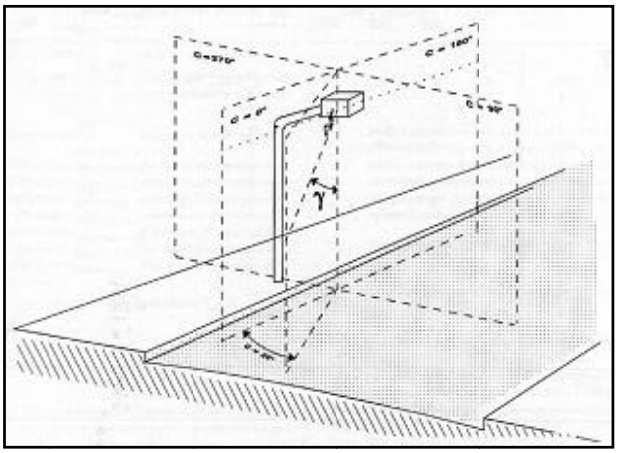


Figura 5.4 – Schematizzazione di come viene rappresentatal'intensità luminosa. Esiste una intensità luminosa per ogni angolo Gamma su ogni piano C. (fonte Cielobuio)

Metodi di lettura di una tabella fotometrica:

1- Si inserisce un files eulumdat (di solito hanno es tensione .ldt) all'interno di un software illuminotecnico e poi visualizzando la tabella fotometrica di ogni angolo GAMMA per ogni piano C.

2- Si fa rilasciare direttamente la tabella dei dati fotometrici in formato cartaceo. Si riporta di seguito una tabella fotometrica Gamma/C.

C / γ	270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90
0	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
10	186	186	187	188	190	190	190	190	191	190	191	192	192	193	193	193	195	195	195	194	194	194	193	193	193	193	188
20	177	177	179	182	184	187	188	191	191	192	194	197	198	200	200	199	202	203	203	194	195	194	192	190	185	184	182
30	160	163	168	173	176	181	185	186	190	194	200	204	206	214	214	212	214	211	207	206	196	192	180	184	173	169	173
35	150	154	160	167	171	176	180	183	187	195	201	209	212	215	215	215	215	211	207	200	196	186	180	178	165	160	167
40	130	144	152	158	164	170	176	180	178	193	194	204	207	210	210	223	227	227	210	196	185	177	173	169	155	150	158
45	125	134	146	155	157	160	165	171	178	186	193	200	210	225	225	230	236	236	219	201	186	174	168	162	150	142	155
50	106	114	127	136	142	140	157	166	176	188	198	210	221	235	235	256	284	284	284	211	182	162	152	147	133	126	136
55	90	99	113	121	126	135	143	155	166	180	197	215	235	245	245	303	334	334	285	223	173	150	142	136	121	114	121
60	76	84	96	106	110	117	120	126	140	155	175	207	250	263	263	340	364	364	284	225	161	138	128	122	104	95	106
65	62	68	80	90	94	99	104	110	121	138	156	190	218	257	257	359	393	393	263	222	159	127	114	100	91	77	90
70	36	47	67	74	78	82	85	91	104	126	150	177	204	241	241	324	343	333	200	215	134	101	87	84	76	65	74
75	5	8	19	29	35	43	47	65	66	97	120	151	160	168	168	279	275	185	51	144	59	33	41	34	22	27	29
80	0	1	3	4	4	5	8	6	7	7	8	11	12	13	20	85	13	6	4	27	9	3	7	2	1	2	4
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130-180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 5.5 – Tavola delle intensità luminose per ogni piano C per angolo compresi tra gamma=0° (direzione sotto l'apparecchio e 90° (direzione orizzonte) sino a 180° (direzione alo zenit dell'apparecchio). Per correttezza tale tabella non può fermarsi ad angoli gamma di 90° ma deve arrivare sino a 180°. Per questioni di spazio questa tabella si ferma a 90° indicando però che da 90 a 180° i valori tabulati (intensità luminose) sono tutti uguali fra loro in tale intervallo.
NB. Verificare sempre che le tabelle non siano state "tagliate" in quanto per chi non si occupa di inquinamento luminoso è poco interessante ed ingombrante riportare i valori anche per ? maggiori di 90°. Questo si può vedere facilmente se per esempio per ?=87.5° l'intensità luminosa è molto diversa da zero e per ?=90° l'intensità riportata è zero.

Si verifica in corrispondenza della linea evidenziata in rosso di figura 5.5 che corrisponde all'intensità luminosa emessa dall'apparecchio in direzione dell'orizzonte (gamma = 90°) su ogni piano C si capisce la conformità dell'apparecchio alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007.

Se uno solo dei valori della linea con gamma uguale a 90° è maggiore di 0, se la tabella è espressa in numeri interi, o maggiore di 0.49 cd/klm, se la tabella è espressa con numeri con la virgola, allora l'apparecchio NON è conforme Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007. Anche le tabelle non danno la certezza assoluta della veridicità dei dati.

Una sicurezza maggiore delle misure fotometriche si può avere richiedendo dati fotometrici certificati da enti terzi come ad esempio certificati da laboratori che possono apporre sugli apparecchi il marchio "Performance" dell'Istituto Marchio di Qualità Italiano.

Effetto dell'inclinazione

Un aspetto interessante e da verificare è la posizione di misura dell'apparecchio e l'effettiva posizione di installazione.

In linea di principio quasi tutti gli apparecchi vengono fotometrati con vetro piano orizzontale e si consiglia di installarli in tale posizione. E' quindi fondamentale la verifica sul certificato di conformità alla legge la posizione di misura dell'apparecchio e l'effettiva posizione di installazione.

Gli apparecchi che risultano conformi alle Linee Guida Regionali, se vengono installati in posizione inclinata rispetto alla posizione di misura (in laboratorio) e di conformità, è come se ruotassero la curva fotometrica, per così dire, sull'asse del diagramma per l'angolo di inclinazione. Per conoscere la nuova fotometria associata si potrà procedere come segue:

Analizzare la tabella legata all'apparecchio (posizione orizzontale)

- Se l'apparecchio venisse inclinato di 10° i valori slitterebbero di una casella corrispondente a 10°
- Se l'apparecchio venisse orientato di 30° i valori slitterebbero di una casella corrispondente a 30°

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	335
10°	368
20°	391
30°	412
40°	435
50°	487
60°	574
70°	125
80°	12
90°	0
100°	0
110°	0
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0
170°	0
180°	0

'igura 5.6 – Apparecchio conforme alla L.R.17/00

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	368
10°	335
20°	368
30°	391
40°	412
50°	435
60°	487
70°	574
80°	125
90°	12
100°	0
110°	0
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0
170°	0
180°	0

Figura 5.7 – Apparecchio non più conforme alla L.R.17/0

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	412
10°	391
20°	368
30°	335
40°	368
50°	391
60°	412
70°	435
80°	487
90°	574
100°	125
110°	12
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0
170°	0
180°	0

Figura 5.8 – Apparecchio non più conforme alla L.R.17/0

c. Tipologia degli apparecchi

Le Linee Guida lasciano libertà di scelta sulla tipologia degli apparecchi, fornendo solo alcune 'indicazioni' fortemente auspicate ma non obbligatorie se si consegue la conformità. Si riassumono di seguito quelli più evidenti:

- in genere, le lampade e gli eventuali elementi di protezione trasparenti devono essere "incassate" nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;
- gli elementi di chiusura sono preferibilmente trasparenti e piani, realizzati con materiale stabile anti ingiallimento quale vetro, metacrilato ed altri con analoghe proprietà;

Per quanto riguarda gli apparecchi illuminanti, a parità di conformità sono da preferire apparecchi a vetro piano orizzontale, rispetto agli altri in quanto:

non inquinano e non abbagliano;

si sporcano meno, e sono più facilmente pulibili;

hanno una minore perdita di efficienza;

non ingialliscono;

sono più resistenti anche ad eventi accidentali;

costano meno;

non hanno elementi mobili nell'armatura a rischio di cadute;

d. Tipologia degli impianti d'illuminazione

I criteri di scelta delle tipologie di illuminazione e dei sostegni è fortemente condizionato dalla realtà del territorio e deve comunque necessariamente essere commisurata alla destinazione d'uso ed all'ambito territoriale in cui vengono inseriti.

Per quanto riguarda i nuovi impianti come considerazione generale si ritiene opportuna l'adozione di altezze di installazioni degli apparecchi non superiori all'altezza degli edifici circostanti e comunque con altezze entro i 6-8metri nei centri cittadini in ambito stradale e 8-10 metri in ambito stradale negli altri ambiti. Di seguito è riportata una selezione visiva delle tipologie di impianti d'illuminazione idonei e non idonee ad essere installati o realizzati sul territorio comunale.

E' importante sottolineare che se l'apparecchio appare conforme alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007, non è detto che lo sia l'impianto o semplicemente l'installazione a causa di ulteriori fattori che verranno approfonditi nei successivi paragrafi o semplicemente, come già detto, per aver adottato inclinazioni non consone con la tipologia di apparecchio utilizzato.

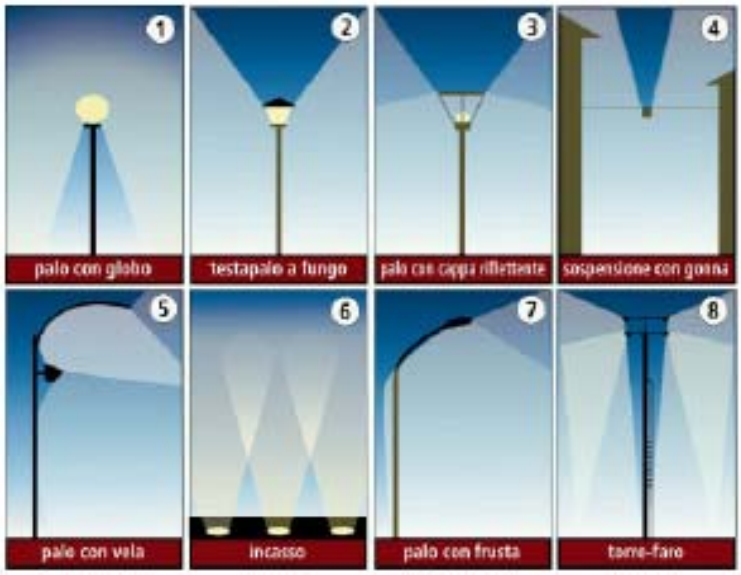


Figura 5.9 – Apparecchi non conformi con la Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007. Alcune di queste tipologie presenti anche sul territorio comunale possono facilmente essere adattate anche mediante l'inserimento di alette schermanti. Purtroppo altre possono solo essere sostituite. (fonte Cielobuio).

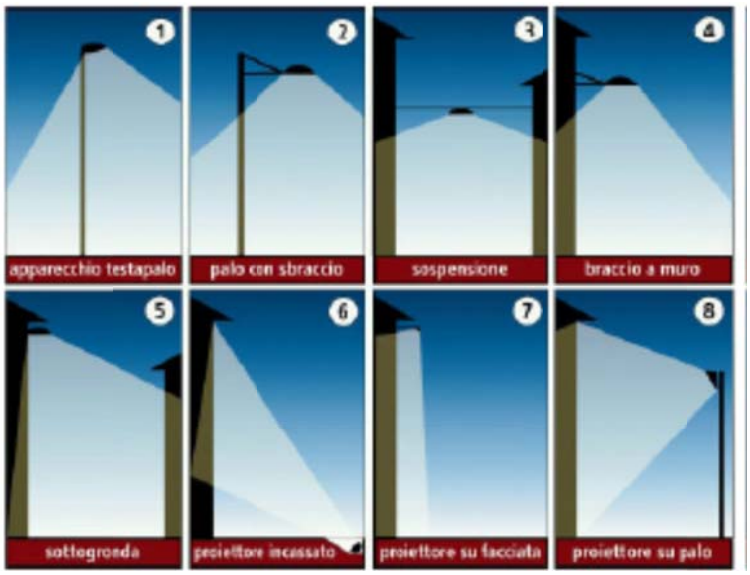


Figura 5.10 – Apparecchi conformi alla LR17/00. Le tipologie 6 e 8 sono ammesse esclusivamente per l'illuminazione di edifici storici a di alto valore architettonico ove non possa essere fatto altrimenti. (fonte Cielobuio)

5.4 CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO

Il controllo del flusso luminoso indiretto viene prescritto dalla legge in termini di limitazione dei parametri illuminotecnici specifici (luminanza media mantenuta ed illuminamenti medi mantenuti) ai valori minimi specificati dalle norme, come le tolleranze di misura specificate dalle norme stesse.

In particolare la Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 specifica nel rispetto dei seguenti elementi guida:

calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;

impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;

impiego di dispositivi in grado di ridurre l'emissione di luce in relazione ala diminuzione comprovata del traffico veicolare, a condizione di non compromettere la sicurezza;

mantenimento, su tute le superfici illuminate, fate salve diverse disposizioni connesse ala sicurezza, di valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m2;

realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo di luminanza mantenuta ed illuminamenti."

NORME DI RIFERIMENTO

AMBITO DI APPLICAZIONE: strade a traffico motorizzato: UNI 11248: Norma Italiana in vigore dall'ottobre 2007, o qualsiasi altra Europea quale l'analoga DIN 5044

AMBITO DI APPLICAZIONE: strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, piste ciclabili, parcheggi, aree esclusivamente pedonali etc..: UNI 11248: Norma Italiana in vigore dall'ottobre 2007 - UNI EN 13201.(2-3-4): Norma Europea in vigore da fine 2004

AMBITO DI APPLICAZIONE: tutti quelli non ricadenti nelle precedenti categorie: mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, di valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m2

NOTE

La norma UNI 11248 rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati.

Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali

UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni

UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche

UNI EN ISO 14253-1 Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Verifica mediante misurazione dei pezzi e delle apparecchiature per misurazioni - Regole decisionali per provare la conformità o non conformità rispetto alle specifiche

CEN/TR 13201-1 Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes

CIE Pubblicazione 115 Recommendation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic

CIE Pubblicazione 154 The maintenance of outdoor lighting systems

a. Ambito stradale

Tutti i progetti illuminotecnici in ambito stradale dovranno essere realizzati conformemente alla norma UNI 11248, utilizzando come riferimento la classificazione stradale individuata al precedente capitolo 4. Si riportano in particolare le specifiche di progetto ai fini della norma UNI11248 circa:

Luminanza media mantenuta (L);

Uniformità Generale (Uo);

Uniformità Longitudinale (Ul);

Abbagliamento debilitante (Ti).

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento	Illuminazione di contiguità
	L in cd/m2 [minima mantenuta]	Uo [minima]	UI [minima]	TI in %a) [massimo]	SR 2b) [minima]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	nessun requisito

a) Un aumento del 5% del TI può essere ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza (vedere nota 6).
b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

Tabella 5.11 –Parametri illuminotecnici per le diverse categorie illuminotecniche

b. Altri ambiti

Zone pedonali e giardini

Parcheggi

Piste Ciclabili

Rotonde e intersezioni

Sottopassi

Nella progettazione dei seguenti ambiti di applicazione è necessario fare riferimento alla norma UNI 11248 già ampiamente illustrata ai precedenti capitoli, si evita quindi qui di ripetere le definizioni delle classificazioni e si riporta una tabella riassuntiva dei parametri progettuali di riferimento. Ai fini del rispetto della Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 deve essere preso come parametro di progetto, con le dovute tolleranze di misura definite nella norma, l'illuminamento orizzontale.

Applicazione	**Classe EN**	**Parametro di Progetto**	**Grandezza Illuminotecnica**	**Grandezza Illuminotecnica**	**Parametro da**	**Grandezza Illumin. da**
Pedonali, parchi, giardini, parcheggi,	S	Illuminamento Orizzontale	**Emedio** Minimo mantenuto [lx]	**Emin** Mantenuto [lux]	Illuminamento Semicilindrico	**Esc.** minimo Mantenuto [lux]
Rotatorie, zone conflitto, intersezioni,	CE	Illuminamento Orizzontale	**Emedio** minimo mantenuto [lx]	**Uo Uniformità di Emedio** (Emedio/Emin)	Illuminamento Verticale	**Ev** minimo mantenuto [lux]

Tabella 5.12 – Riferimenti al fine della progettazione illuminotecnica di ambiti non stradali

5.5 SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI

a. Tipologie

Sarà buona norma dotare gli impianti di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia.

Le lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio a bassa pressione o al sodio ad alta pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. Nei soli casi ove risulti indispensabile un'elevata resa cromatica è consentito l'impiego di lampade a largo spettro, agli alogenuri metallici, a fluorescenza compatte e al sodio a luce bianca, purché funzionali in termini di massima efficienza e minor potenza installata.

Il piano predilige essenzialmente alcune tipologie di lampade quali quelle al sodio alta pressione, solo ove strettamente necessario ed in relazione al tipo di applicazione, anche lampade a maggiore resa cromatica ma con almeno analoga efficienza.

Riassumendo ai minimi termini le sorgenti luminose privilegiate dal piano sono:

Stradale: Sodio alta e bassa pressione;

Pedonale: Sodio alta pressione ed in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici con Efficienza >89lm/W (che elimina le sorgenti a ioduri metallici meno efficienti del sodio);

Impianti sportivi: ioduri metallici;

Parchi, ciclabili e residenziale: Fluorescenza e sodio alta pressione;

Monumenti ed edifici di valore storico, artistico ed arcitettonico: sodio alta pressione nelle sue tipologie, ioduri metallici.

Si sottolinea che, oltre a perseguire sempre al contenimento delle potenze installate per ogni singolo impianto ed applicazione, sono valide le seguenti considerazioni:

- a parità di applicazione e di punti luce è preferibile l'utilizzo di lampade a minore potenza anche se meno efficienti. Ad esempio se un parco può essere illuminato con le lampade a fluorescenza da 23W è inutile ed illogico installare lampade da 70W. E' evidente comunque che non devono essere raddoppiati i punti luce altrimenti questa scelta non è compatibile con i concetti fondamentali della legge.
- le scelte progettuali devono mirare alla riduzione delle potenze installate ed all'ottimizzazione degli impianti anche dal punto di vista manutentivo. Per esempio, dove possono essere utilizzati sistemi a LED, di segnalazione o di evidenziazione (per esempio nei segnapasso), è consigliabile utilizzarli anche se l'efficienza è inferiore rispetto ad una lampada al sodio alta pressione, in quanto le potenze installate ed i costi manutentivi vengono abbattuti pesantemente (vista l'aspettativa di vita dei LED molte volte superiore a quella di lampade tradizionali);
- la ricerca di una efficienza maggiore per arrivare a valori di efficienza di 90 lm/W non può essere effettuata aumentando la potenza (dato che le due grandezze sono direttamente collegate). E' evidente, per esempio, che a parità di applicazione l'utilizzare sorgenti luminose a ioduri metallici da 400W per poter arrivare al valore di efficienza indicato, quando si potrebbero utilizzare lampade a ioduri metallici di nuova generazione da 20- 35 o 70W.

Le sorgenti previste nella redazione del piano, tenendo in considerazione il colore dei materiali prevalenti, riflessioni e aspetti estetico/funzionali dell'impianto cittadino, nonché la normativa esistente, sono di seguito elencate.

1. Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione - Tipo 1:

Costituite da un tubo di scarica in alluminio policristallino racchiuso all'interno di un bulbo di vetro. Bulbo tubolare esterno in vetro trasparente, posizione di funzionamento universale.

- Temperatura colore T = 1950°K
- Attacco: E27 - E40
- Resa Cromatica Ra=25 Efficienza 85-130 lm/W
- Potenze: comprese fra 50 a 250W privilegiando le potenze inferiori in relazione alla tipologia di strada.
- Applicazione: Illuminazione di aree urbane e pubbliche o private.

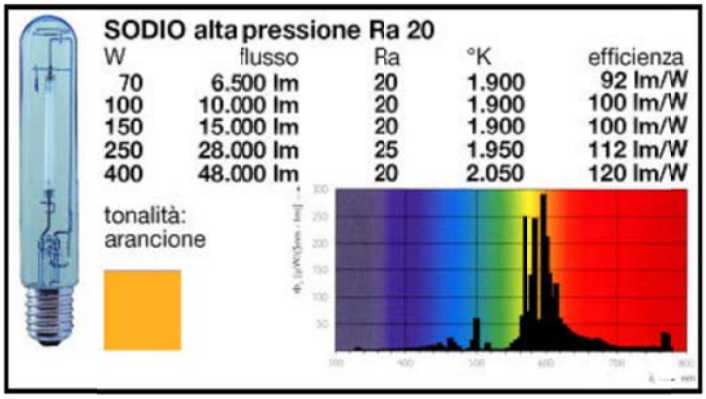


Figura 5.13 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade al sodio alta pressione

2. Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione - Tipo 2:

Costituite da un tubo di scarica in alluminio policristallino racchiuso all'interno di un bulbo di vetro. Bulbo tubolare esterno in vetro trasparente, posizione di funzionamento universale.

- Temperatura colore T = 2150°K
- Attacco: E27 - E40
- Resa Cromatica Ra=65
- Efficienza max 95 lm/W
- Potenze: Sino a 150W
- Applicazione: Illuminazione in cui sia richiesto equilibrio fra colore della luce ed efficienza.

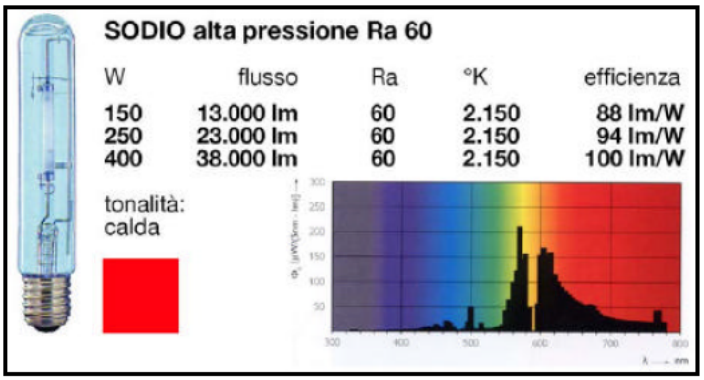


Figura 5.14 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade al sodio alta pressione a Ra maggiorato

3. Lampade ai vapori di sodio a bassa pressione:

Costituite da un tubo di scarica ad U all'interno di un bulbo in vetro trasparente alla radiazione visibile, ma riflettente la radiazione infrarossa al fine di aumentare l'efficienza luminosa che risulta la massima attualmente raggiunta.

- Temperatura colore T=1800 K
- Attacco: BY22D
- Efficienza 100-205 lm/W
- Applicazione: Illuminazione di strade dove la resa cromatica non sia essenziale (zone artigianali o industriali), incroci stradali (il colore arancione permette di allertare l'utente della strada). Illuminazione dove si desideri la lampada con la massima efficienza possibile.

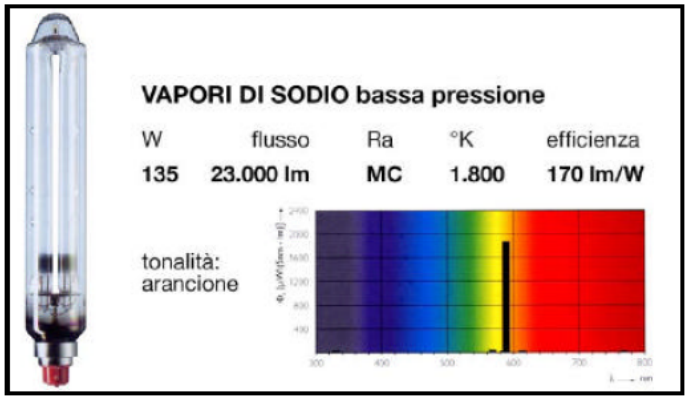


Figura 5.15 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade al sodio bassa pressione

4. Lampade fluorescenti compatte a risparmio energetico:

- Durata: oltre 15.000 ore
- Temperatura colore T = 3000°K
- Resa Cromatica Ra sino a 82
- Potenze: Sino a 36W
- Applicazione: Illuminazione di aree in cui vi sia presenza di verde. Il loro utilizzo è anche utile in quanto avendo accensione immediata possono essere utilizzati per illuminazione di ciclabili o passaggi pedonali regolati da sensori di movimento.

5. - Lampade ad alogenuri metallici – Tipo 1:

Bruciatore ceramico

- Durata: oltre 7.000 ore
- Temperatura colore T = 3000°K
- Resa Cromatica Ra=83
- Efficienza: >89 lm/W
- Potenze: da 35 a 150W
- Applicazione: Illuminazione di aree limitate per cui è richiesta un elevata resa cromatica (alcuni elementi del centro storico come monumenti o passeggiate pedonali). Il loro impiego è spesso indicato per l'illuminazione decorativa dei manufatti. Data la loro durata limitata ed alto potere inquinamento dello spettro elettromagnetico, limitarne l'uso ove strettamente necessario.

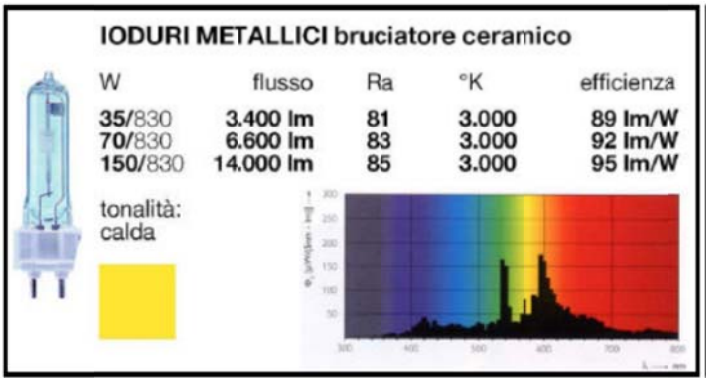


Figura 5.16 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade agli ioduri metallici ad alta efficienza

6. - Lampade ad alogenuri metallici – Tipo 2:

- Durata: oltre 7.000 ore
- Temperatura colore T = 4500°K
- Resa Cromatica Ra=65
- Efficienza: >68 lm/W
- Potenze: da 250 a 1000W
- Applicazione: Illuminazione di aree limitate per cui è richiesta un elevata resa cromatica (tipicamente impianti sportivi). Data la loro bassa efficienza, durata limitata, l'alto potere inquinamento dello spettro elettromagnetico ed infine le alte potenze impiegate limitarne l'uso ove strettamente necessario.

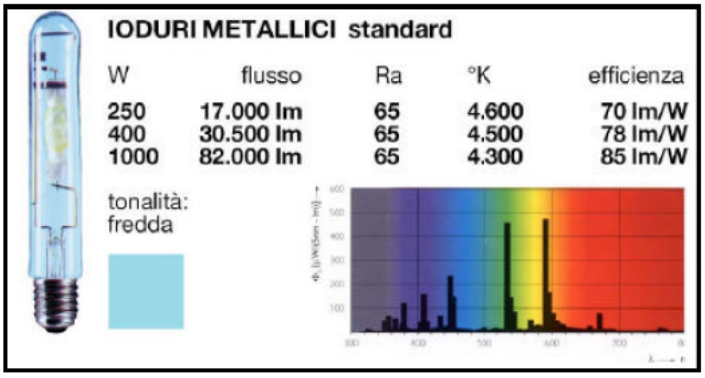


Figura 5.17 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade agli ioduri metallici

La scelta di questi tipi di sorgenti luminose si fonda su precise considerazioni.

1. Le caratteristiche cromatiche delle lampade si adattano particolarmente alle superfici cui sono destinate (la temperatura correlata di colore è infatti compatibile con la curva di riflessione delle superfici di interesse);
2. La temperatura correlata di colore è stata scelta in relazione ai materiali di costruzione ed al tipo di fruizione delle aree. Le sorgenti impiegate risultano facilmente focalizzabili e con una buona stabilità di colore;
3. L'efficienza luminosa elevata consente di limitare la potenza elettrica installata ed assorbita, contenendo quindi i costi di esercizio dell'impianto;
4. Le sorgenti luminose selezionate hanno tutte una vita media - elevata;

Si evita l'utilizzo di lampade con un elevato impatto ambientale e contenenti in particolare mercurio. Per quanto riguarda le caratteristiche cromatiche delle lampade ricordare che:

a. esse devono adattarsi alle superfici cui sono destinate (la temperatura di colore è infatti compatibile con la curva di riflessione delle superfici di interesse);
b. La temperatura di colore va scelta in relazione ai materiali di costruzione ed al tipo di fruizione delle aree.

b. Eliminazione sorgenti luminose ad elevato impatto ambientale

La scelta del piano dell'illuminazione è quella di eliminare le sorgenti di luce ai vapori di mercurio.

Per tale motivo si ritiene esclusa la realizzazione futura di impianti dotati di tali sorgenti e il piano deve prevedere la graduale sostituzione di tutti gli impianti dotati di lampade a vapori di mercurio o similari quali quelle pre miscelate, il tutto per valutazioni di varia natura tecnica, economica, ambientale e legislativa:

- la ridotta efficienza (minore di 60lm/W) e l'evidente decadimento del flusso luminoso nel tempo non permette il raggiungimento degli obiettivi della legge di ottimizzazione degli impianti d'illuminazione e di massimizzarne l'efficienza;
- il costo di smaltimento di tali lampade, essendo classificate ai sensi del D.LGS. N.22/97 -D.Lgs. 5 feb.1997 n° 22 – D.Lgs. 8 nov. 1997 n° 389 – L. 9 dic. 1996 n° 426 come rifiuti pericolosi, ha una incidenza non trascurabile sul costo della lampada è indicativamente pari se non superiore a quello di ciascuna lampada nuova dello stesso tipo rendendo quindi in definitiva il costo comparabile con lampade al sodio ad alta pressione;
- la DIRETTIVA 2002/95/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 gennaio 2003 "sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche", già in vigore il 13.02.2003, mette definitivamente al bando tali lampade dal territorio europeo dal 1° luglio 2006;
- la sostituzione di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione permette inoltre di conseguire risultati sia dal punto di vista del risparmio che dell'illuminamento notevolmente superiori come di seguito evidenziato nella tabella seguente.

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO [W]
80W Mercurio		50W Sodio AP	- 6% (da 3600 a 3400 lumen)	60% (> se aumenta Interdistanza)
80W Mercurio		70W Sodio AP	+ 80% (da 3600 a 6500 lumen)	14% (> se aumenta Interdistanza)
125W Mercurio		70W Sodio AP	+ 5% (da 6200 a 6500 lumen)	70%
125W Mercurio		100W Sodio AP	+ 61% (da 6200 a 10000 lumen)	25% (> se aumenta Interdistanza)

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON:	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO [W]
250W Mercurio		150W Sodio AP	+19% (da 12500 a 14700 lumen)	60% (> se aumenta Interdistanza)

Tabella 5.18 – Confronto e possibili sostituzioni di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione. I risultati conseguibili in termini di migliore illuminazione a terra sono generalmente di gran lunga superiori al mero computo dell'incremento di flusso luminoso in quanto spesso si passa da corpi illuminanti di bassissima efficienza a corpi illuminanti di nuova generazione.

Sostituire le sorgenti ai vapori di mercurio, richiede anche la sostituzione degli apparecchi che spesso sono inefficienti e obsoleti. In base a misure eseguite in campo, questo comporta sempre un incremento maggiore del flusso luminoso a terra (e dove serve) di quello sopra evidenziato.

Sostituzioni non corrette

VECCHIA LAMPADA		NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	INCREMENTO FLUSSO A TERRA STIMATO
80W Mercurio	=>	70W Sodio AP	+80%	100-110 % (+ che raddoppia)
125W Mercurio	=>	100W Sodio AP	+61%	90-100 % (che raddoppia)
250W Mercurio	=>	250W Sodio AP	+225%	280-300 % (triplica)

Una sostituzione scorretta porta ad un risultato di un grande squilibrio dei livelli d'illuminazione e di percezione del territorio, che falsa il resto del territorio, ed attiva un incremento generalizzato delle potenze installate anche se non necessario.

5.6 OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

Al fine di ottimizzare la resa degli impianti, la "luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza, nel rispetto dei seguenti elementi guida":

- calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;
- impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridoti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;
- impiego di dispositivi in grado di ridurre l'emissione di luce in relazione ala diminuzione comprovata del traffico veicolare, a condizione di non compromettere la sicurezza;
- mantenimento, su tute le superfici illuminate, fate salve diverse disposizioni connesse ala sicurezza, di valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m2;
- realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo di luminanza mantenuta ed iluminamenti.

Si dispone l'impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi; in particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada ed al suo indice illuminotecnico, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3.7. Sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali ala certificata migliore efficienza generale dell'impianto."

a. Ambito stradale

In caso di viali alberati, ostacoli, incroci, l'interdistanza è forzatamente limitata da tale presenza e spesso il rapporto 3,7 non è perseguibile. Si ricorda comunque che 3,7 ha valore all'interno di un progetto illuminotecnico di un tratto rettilineo di strada e come tale deve essere inteso, rivalutando la situazione in corrispondenza di intersezioni.

Prevedere indicativamente la posizione dei sostegni in modo da non interferire con passaggi, ostacoli vari, curve strette o comunque alberi, mediando affinché il valore medio del rapporto interdistanza altezza non sia inferiore a 3,7. Solo in strade di grosse dimensioni e Lm=1.5-2 è accettabile utilizzare disposizioni quinconce o bilaterali frontali ma in tali casi è evidente che l'interdistanza effettiva è dimezzata e deve essere rivista al fine di rispondere al rapporto minimo pari a 3,7.

Comunque si operi, il risultato illuminotecnico deve essere ottenuto con la minore potenza installate a punto luce ed al km di strada. A parità di risultato illuminotecnico per km di strada, è preferibile quello conseguito con la minore potenza installata, nel rispetto delle norme.

L'ottimizzazione prevede una progettazione illuminotecnica accurata che tenga conto e ricerchi la configurazione dell'impianto che meglio soddisfi le seguenti indicazioni:

a. massimizzare il rapporto interdistanza su altezza palo, scegliendo i progetti con rapporti minimi;
b. minimizzare la potenza installata per chilometro di strada;
c. minimizzare i costi di esercizio e di manutenzione.

Per ottenere i risultati richiesti scegliere accuratamente i corpi illuminanti normalmente preferendo quelli che, a parità di condizioni con corpo con vetro piano orizzontale, sono caratterizzati da curve fotometriche molto aperte e fortemente asimmetriche lungo l'asse trasversale alla strada per riuscire a coprire in modo uniforme tutta la strada e le sue aree attinenti.

Non sempre gli apparecchi che permettono la massimizzazione del rapporto interdistanza/altezza palo sono quelli da preferire in quanto a volte questa ottimizzazione non coincide con la minimizzazione della potenza installata (maggiori risparmi sui consumi energetici) o con la minimizzazione del numero di apparecchi installati (che si ottiene con la massimizzazione dell'interdistanza e minimizza i costi di installazione e di manutenzione).

Valori illuminotecnici	*Potenze consigliate*	*Potenze consigliate (se la larghezza della carreggiata è superiore a 8 metri)*
(Lm=0.3 cd/m2)	*50W-70W*	*70W*
(Lm=0.5 cd/m2)	*50W-70W*	*100W-150W (statisticamente non più del 10% dei casi)*
(Lm=0.75 cd/m2)	*70W*	*100W (statisticamente il 25-35% dei casi)* *150W (statisticamente solo il 10-15% dei casi)*
(Lm=1 cd/m2)	*70W-100W*	*150W (statisticamente solo il 20-30% dei casi)*
(Lm=1.5 cd/m2)	*100W-150W*	*150W (statisticamente il 50% dei casi)*
(Lm=2 cd/m2)	*150W-250W*	*250W (statisticamente il 40% dei casi)*

Tabella 5.19 – Tabella Orientativa (per ottimizzare i risparmi ed i risultati illuminotecnici)

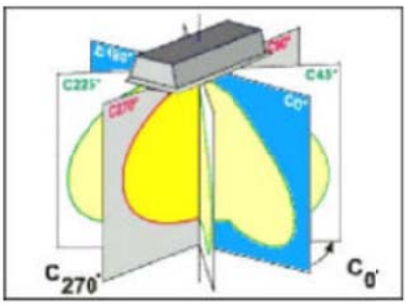
b. Altri Ambiti

Il fattore da ottimizzare in tale ambito è la potenza installata, che deve essere la minore possibile a parità di fattore di utilizzazione, e comunque sempre nel rispetto delle norme tecniche e di sicurezza vigenti. Qualora queste non siano applicabili, si devono mantenere luminanze medie di 1cd/m2;

Per quanto attiene alle prescrizioni normative si rimanda a quanto già specificato al precedente capitolo.

c. Scelta degli apparecchi in funzione della loro curva fotometrica

Caratteristiche della distribuzione della luce



Dalle curve fotometriche, che sono la forma grafica delle tabella fotometrica di cui al precedente capitolo, si può meglio capire se un apparecchio è idoneo per l'applicazione per cui voglio utilizzarlo.

E' consuetudine rappresentare le curve fotometriche almeno secondo due piani che corriispondono al piano lungo la direzione trasversale alla strada e longitudinale alla strada. A volte si usa inserire anche il piano lungo il quale si ha la massima intensità luminosa o quello posto a 45° rispetto ai due precedenti piani. Questa rappresentazione è sufficiente per identificare come l'apparecchio distribuisce il suo flusso luminoso. Si vedono alcuni esempi.

L'apparecchio simmetrico invia le medesime intensità luminose in ogni direzione (se visto dall'alto) e quindi anche su piani differenti. Se ci si posiziona frontalmente rispetto ad una sfera luminosa, l'intensità luminosa che andremmo a leggere sarebbe la medesima anche se la osservassimo lateralmente o dietro. La sfera luminosa è un tipico esempio di apparecchio simmetrico. Se, utilizzando una curva fotometrica simmetrica, ne calcolassimo l'illuminamento in lux prodotto sul suolo si ottiene sicuramente una serie di linee isolux (uguali lux) circolari e concentriche.

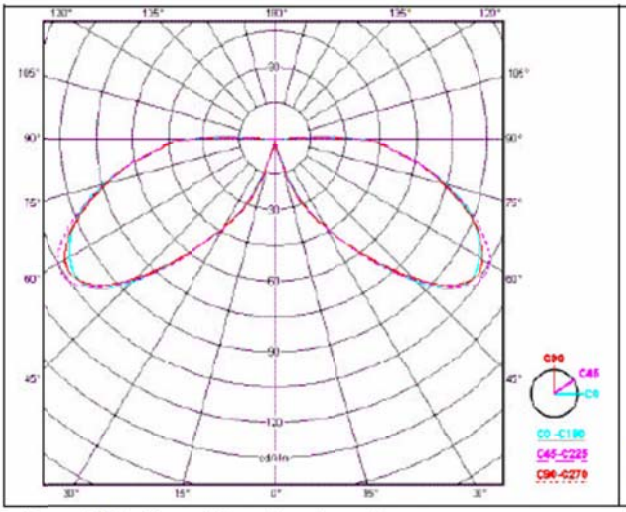


Figura 5.20 – Curva fotometrica simmetrica (le misure su i tre piani sono quasi identiche)

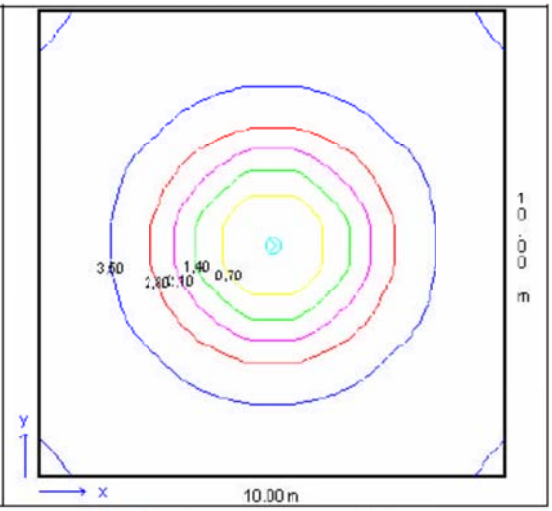


Figura 5.21 – illuminamento con curve isolux rotonde e concentriche.

A differenza delle sorgenti simmetriche, gli apparecchi asimmetrici, osservando la luce proiettata al suolo le curve isolux non sono più circolari come rappresentato nell'esempio precedente.

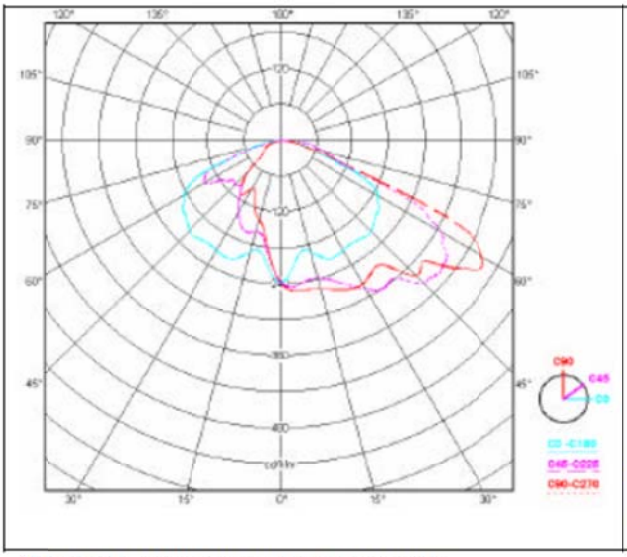


Figura 5.22 – Curva fotometrica di apparecchio asimmetrico misurata su 3 piani.

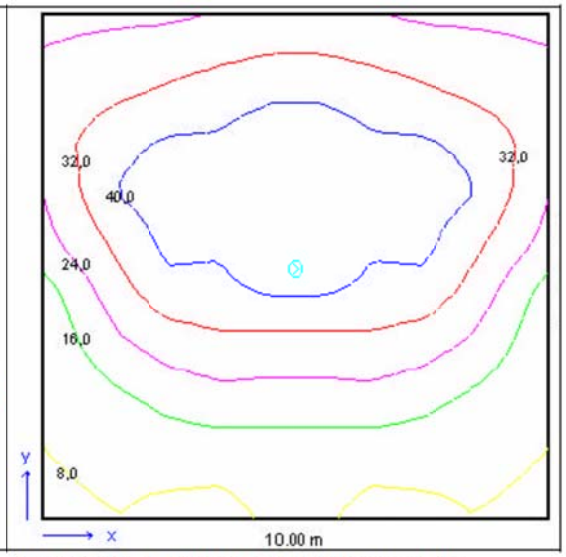


Figura 5.23 – Livelli isolux riferiti all'apparecchio della curva di sinistra.

La differenza sostanziale è che se bisogna illuminare una strada dal centro della carreggiata (strada a due carreggiate) o un giardino da una passeggiata pedonale di centro storico, è meglio una distribuzione simmetrica ma preferibilmente allungata

lungo l'asse della strada, mentre se l'illuminazione avviene con corpi illuminati posti su un lato della strada è meglio una distribuzione asimmetrica in quanto tale distribuzione favorisce lo spingersi del centro del fascio luminoso verso il centro della carreggiata.

Forma della curva fotometrica

La forma della curva fotometrica è importante per capire in modo intuitivo il comportamento dell'apparecchio che si sta analizzando. Nel caso di apparecchi destinati all'illuminazione stradale, è molto importante che la curva fotometrica invii la luce solo nelle direzioni interessate (lungo l'asse della strada e non al di fuori di essa) e con le giuste intensità luminose (distribuita la più uniformemente possibile). Risulta infatti evidente che, se si vuole puntare all'installazione di un minor numero di apparecchi, questi dovranno "allargare" il più possibile il fascio luminoso. Per "allargare" si intende, riferendosi al piano (C=0° - C=180°), inviare lateralmente molta luce, quindi con elevata intensità. Sulla verticale il livello di luce necessario è inferiore. Invece sul piano (C=90°- C=270°) sarà importante rilevare che le maggiori intensità luminose si trovino verso il lato da illuminare tra 0° e i 90°.

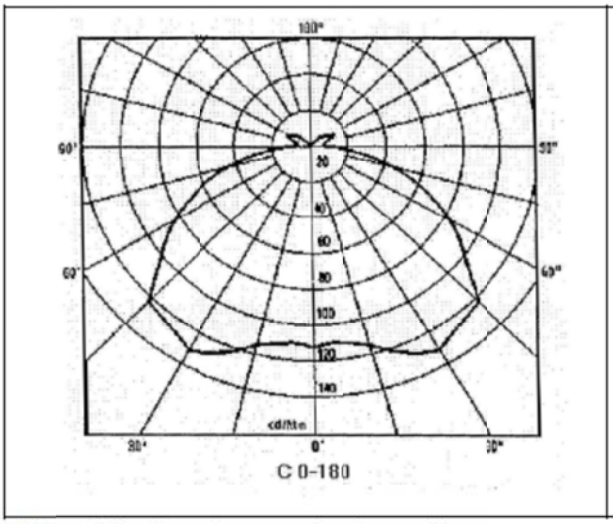


Figura 5.24 – Curva di apparecchio che non allarga il fascio luminoso longitudinalmente alla strada

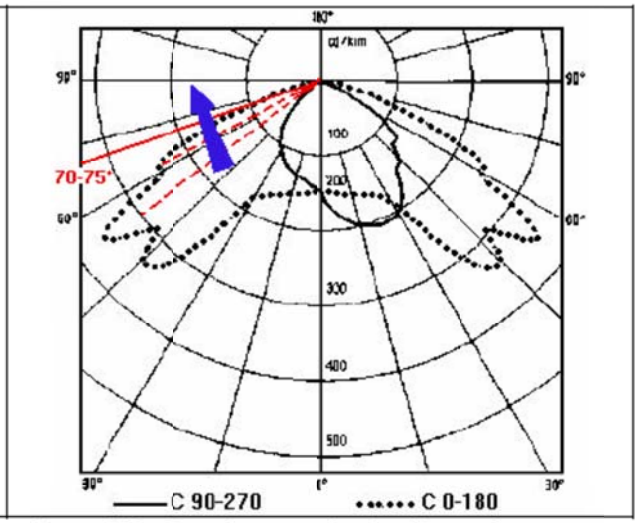


Figura 5.25 – Curva di apparecchio che allarga molto il fascio longitudinalmente alla strada (tratteggiata) e con buona asimmetria ed emissione della luce verso l'estremità opposta della strada (curva piena)

Un altro punto di cui tenere conto è l'asimmetria necessaria per garantire il mantenimento dei parametri qualitativi anche con impianti di illuminazione semplici ed economici posti su un solo lato della carreggiata. Per evitare di portare l'apparecchio verso il centro della carreggiata, solitamente con degli sbracci, si lavora sull'ottica spingendo la luce, oltre che lateralmente (destra e sinistra), anche in profondità (avanti).

L'introduzione di questa ulteriore asimmetria ha consentito di riportare l'apparecchio sul bordo della carreggiata, come la classica applicazione testa palo. La curva ideale dovrebbe avere un intensità luminosa verso il basso sufficiente, per ottenere il livello di illuminamento richiesto, poi ad angoli sempre più elevati l'intensità dovrà aumentare sempre più, infatti, è necessaria più luce mano a mano che aumenta la distanza tra la sorgente luminosa e la superficie, non dimenticando che l'inclinazione della luce aumenta sempre più incrementando ulteriormente la necessità di più luce. Verso inclinazioni di + o – 70-75° è necessario che l'emissione della luce crolli molto rapidamente, il cosiddetto taglio netto della luce, meglio conosciuto come cut-off.

L'emissione di intensità luminose oltre tali angolazioni non è più efficace e può risultare controproducente per l'effetto di abbagliamento che ne deriva.

La scelta del dell'apparecchio d'illuminazione adeguato in ambito stradale

La scelta di un apparecchio sbagliato condiziona notevolmente l'installazione, obbligando a scelte progettuali che non permettono di rispettare le indicazioni della LR17/00. Di seguito si riportano esempi di scelte non idonee a soddisfare sia le caratteristiche illuminotecniche richieste dall'impianto che quelle della legge.

Un apparecchio ad alte prestazioni oltre a permettere elevate interdistanze fra un apparecchio e l'altro (che può arrivare talvolta sino a 5 volte l'altezza del sostegno dell'apparecchio) riesce inoltre a "spingere" adeguatamente il flusso luminoso anche in direzione trasversale lungo il piano C-90 tale da permettere di illuminare adeguatamente l'intera larghezza della carreggiata.

Nella figura seguente è riportato un apparecchio con le caratteristiche enunciate con apparecchio a vetro piano orizzontale (che permette di emettere una intensità luminosa massima di 0 cd/klm a 90° ed oltre) e fascio luminoso asimmetrico inclinato mediamente di 25 –30 gradi.

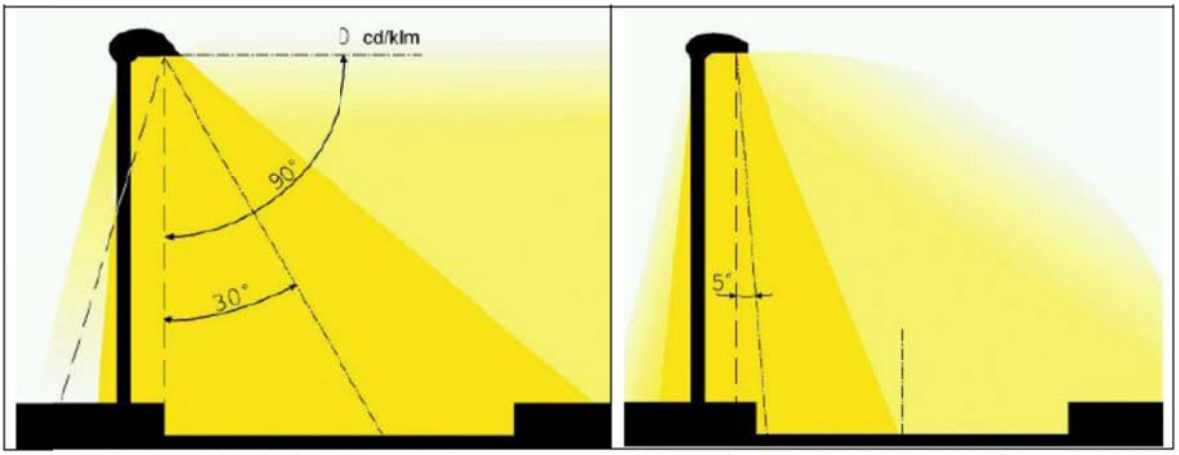


Figura 5.26 – Apparecchio che illumina adeguatamente tutta la carreggiata lungo la direzione trasversale con fascio inclinato di 25°-30° (fonte Cielobuio)

Figura 5.27 –La ridotta inclinazione del fascio luminoso non permette di spingere il fascio oltre la carreggiata (Cielobuio)

Se quindi il l'apparecchio d'illuminazione ha una fotometria corretta e studiata ad alte prestazioni, è possibile alla stesso tempo soddisfare i requisiti minimi di sicurezza richiesti dalle norme tecniche, nel rispetto delle Linee Guida e con interdistanze superiori a 4 volte l'altezza del sostegno.

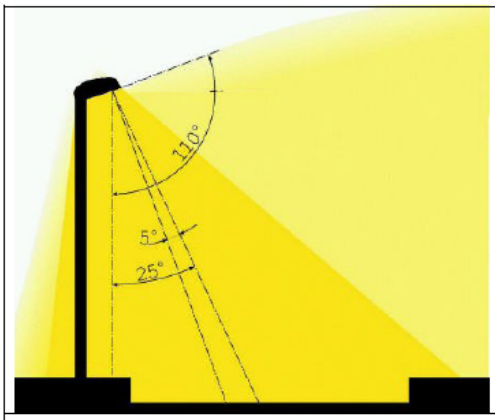


Figura 5.28 Apparecchi con fasci poco inclinati vengono inclinati per aumentare l'uniformità trasversale. Installazione non corretta per la LR17/00 con luce inviata verso il cielo (fonte Cielobuio)

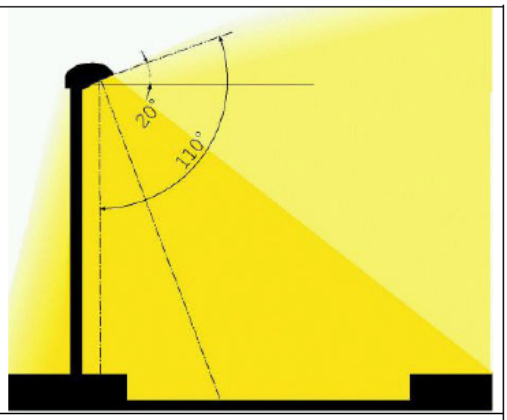


Figura 5.20 Apparecchi orizzontali con vetro inclinato per inclinare il fascio luminoso e migliorare le prestazioni trasversali. Installazione non corretta per la LR17/00 (fonte Cielobuio)

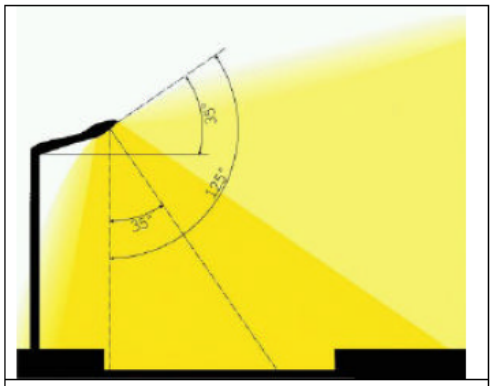


Figura 5.30 Corpo con vetro piano inclinato posto su sostegno inclinato. Installazione scorretta. (fonte Cielobuio)

Se invece il corpo illuminante è stato progettato con inclinazione del fascio (rispetto alla verticale) di pochi gradi, e viene installato nelle stesse condizioni dell'apparecchio precedente, con vetro piano orizzontale, l'estensione trasversale del suo fascio luminoso a fatica riuscirà a lambire la parte opposta della carreggiata con il conseguente mancato rispetto delle norme tecniche di sicurezza. Per sopperire a questi inconveniente spesso si varia l'inclinazione dell'apparecchio d'illuminazione di valori sino a 25-30° ed oltre, per compensare la mancata inclinazione del fascio lungo la direzione trasversale. In questo modo però, il fascio luminoso viene inviato in parte verso la volta celeste contravvenendo a quanto disposto dalla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007.

Per inclinare un fascio luminoso poco inclinato, taluni apparecchio sono già dotati di vetri di protezione piani inclinati rispetto al corpo illuminante se quest'ultimo è posto in posizione orizzontale. Questa situazione si verifica quando la curva fotometrica non è corretta. Anche in questo caso ovviamente l'intensità luminosa a 90° ed oltre diventa superiore a quella ammessa dalle già citate Linee Guida.

5.7 REQUISITI ILLUMINOTECNICI MINIMI

Di seguito nelle tabelle riportate sono indicati dei valori consigliati di progetto qualora procedere nella realizzazione di nuovi progetti illuminotecnici in funzione delle rispettive classificazioni di strade a traffico motorizzato e non.

a. Requisiti per l'illuminazione stradale

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Tipo di Lampade	Resa Cromatica (x SA)	Rapporto min consigliato Interdistanza Alt. Sostegno
A_1	Autostrade extraurbane	130-150	ME 1	SB – SA	Ra=20-25	4.0
	Autostrade urbane	130				
A_2	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a	SB – SA	Ra=20-25	4.0
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50				
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a	SB – SA	Ra=20-25	4.0
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a			
C	Strade extraurbane secondarie (C1 e C2)	70-90	ME3a	SB – SA	Ra=20-25	4.0
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b			
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a			
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	SA	Ra=20-65	4.0
		50				
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	SA	Ra=20-65	4.0
	Strade urbane di quartiere	50				
F	Strade locali extraurbane (tipo F1 e F2)	70-90	ME3a			4.0
	Strade locali extraurbane	50	ME4b			
		30	S3			
	Strade locali urbane (tipo F1 e F2)	50	ME4b			
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4			
	Strade locali urbane: altre situazioni	5	CE5/S3			
	Strade locali urbane: aree pedonali	5				
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3			
	Strade locali interzonali	50				
		30				
	Piste ciclabili	Non dichiarato	S3			4.0
	Strade a destinazione particolare	30				

Tabella 5.31 - Interdistanze e tipo di lampade (e resa cromatica) in base alla categoria illuminotecnica ed al tipo di strada. Le lampade al sodio BP sono indicate ove non è importante la resa cromatica

b. Requisiti illuminotecnici e impianti d'illuminazione particolari

Valori consigliati per strade a traffico limitato e prevalentemente pedonale e per altre aree				
Tipo di strada e ambito territoriale	**Valori di Illuminamento o luminanza (ridurre entro le 24)**	**Tipo di Lampade**	**Resa Cromatica**	**Rapporto min consigliato Interdistanza/ Alt. Sostegno**
Strade di centro storico	EN13201-2 – Classe CE-S	SA-HIc	Ra>60	3.7
Strade commerciali di centro cittadino	EN13201-2 – Classe CE-S	SA-HIc	Ra>60	3.7
Strade commerciali	EN13201-2 – Classe CE-S	SA-HIc	Ra>60	3.7
Piazze antiche di centro storico	EN13201-2 – Classe S	SA-HIc	Ra>60	-
Piazze	EN13201-2 – Classe S	SA	Ra=20-65	-
Parcheggi, grandi aree	EN13201-2 – Classe S	SA-SB	Ra=20-25 Oppure MC	-
Sentieri e vialetti in giardini e parchi	EN13201-2 – Classe S	SA-FI	Ra>60	-
Parchi giochi	EN13201-2 – Classe S	SA-SB-F1	Ra=20-25	-
Piste ciclabili	EN13201-2 – Classe S	SA-FI	Ra=20-65	4
Strade (aree) industriali con utilizzo prevalente diurno	UNI 11248 – Classe ME5	SA-SB	Ra=20-25 Oppure MC	4
Attraversamenti Pedonali	EN13201-2 – Classe CE-EV	SA		-
Incroci, Rotatorie	EN13201-2 – Classe CE	SA	Ra=20-25 Oppure MC	-
Impianti sportivi (riferirsi alla relativa normativa tecnica)	UNI EN12193	HI	Ra>65	-
Residenziale	–	SA-HI-F1	Ra=20-65	-
Piazzali e aree di sosta autostradali	1 cd/m2	SA-SB	Ra=20-25 Oppure MC	-
Caserme, Campi militari	1 cd/m2	SA-SB	Ra=20-25 Oppure MC	-
Aree di rifornimento carburante	EN12462	SA	Ra=20-25 Oppure MC	-
Impianti industriali, Centrali elettriche, etc.. (riferirsi alla relativa norma di sicurezza)	1 cd/m2	SA-SB	Ra=20-25 Oppure MC	-
Scalinate, Rampe	1 cd/m2	SA-HIc	Ra>65	-
Scali ferroviarie, porti, fluviali, aeroporti	1 cd/m2	SA-SB	Ra=20-25 Oppure MC	-
Zone archeologiche	1 cd/m2	SA-HIc	Ra=20-25 Oppure MC	-
Edifici monumenti storici o di alto valore architettonico	1 cd/m2 (ove possibile dall'alto verso il basso) 15 lux se dal basso	SA-HIc	Ra>60	-
Capannoni Industriali e edifici generici	1 cd/m2 (SOLO dall'alto verso il basso)	SA-SB	Ra=20-25 Oppure MC	-
Insegne	Nessuno specifico (SOLO dall'alto verso il basso)	SA-HI-F1	Ra>60	-

Tabella 5.32 - Lampade consigliate, resa cromatica, interdistanza (ove possibile) per strade a traffico limitato pedonale o altre aree. Per SA Si intende sodio alta pressione, SB sodio bassa pressione e per HI ioduri metallici, per Hic ioduri metallici a bruciatore ceramico ed alta efficienza, infine FI è fluorescenza compatta.

5.8 CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI

Mancando in tal senso delle indicazioni puntuale da parte delle Linee Guida Regionali, si riportano di seguito i riferimenti legislativi della Regione Lombardia, che pur non essendo cogenti per la Sardegna possono essere considerate a livello di *Norme di buona tecnica* in merito ad impianti specifici.

1. Centri storici e vie commerciali

D.G.R. 7/6162, Art. 6. "Criteri per impianti specifici":

"I centri luminosi, in presenza di alberature, devono essere posizionati in modo da evitare che il flusso verso le superfici da illuminare sia intercettato significativamente dalla chioma degli alberi stessi. L'illuminazione dei centri storici deve dare preferenza agli apparecchi posizionati sotto gronda o direttamente a parete."

2. d. Impianti sportivi

D.G.R. 7/6162, Art. 7. "Criteri per altri impianti specifici":

"L'illuminazione di tali impianti, operata con fari, torri-faro e proiettori, deve essere realizzata nel rispetto delle indicazioni generali …. (omissis). La stessa deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade ad alta efficienza; ove ricorra la necessità di garantire un'alta resa cromatica, è consentito l'impiego di lampade agli alogenuri metallici.

Gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di variazione della luminanza in relazione alle attività/avvenimenti, quali allenamenti, gare, riprese televisive, ed altri. I proiettori devono essere di tipo asimmetrico, con inclinazione tale da contenere la dispersione di luce al di fuori dell'area destinata all'attività sportiva.

Per gli impianti sportivi di grandi dimensioni, ove siano previste riprese televisive, è consentito affiancare, ai proiettori asimmetrici, proiettori a fasci concentranti comunque dotati di schermature per evitare la dispersione della luce al di fuori delle aree designate."

L.R. 17/00 Art. 6, comma 6:

"6. Nell'illuminazione di impianti sportivi e grandi aree di ogni tipo devono essere impiegati criteri e mezzi per evitare fenomeni di dispersione di luce verso l'alto e al di fuori dei suddetti impianti. E' concessa deroga alle disposizioni del comma 2 in termini di intensità luminosa massima, per gli impianti sportivi con oltre 5.000 posti a sedere, a condizione che gli apparecchi di illuminazione vengano spenti entro le ore ventiquattro e siano comunque dotati delle migliori applicazioni per il contenimento del flusso luminoso verso l'alto ed all'esterno degli impianti medesimi."

Gli impianti sportivi devono essere realizzati con corpi illuminanti con un'emissione luminosa verso l'alto non superiore ad una intensità luminosa massima di 0.49cd/klm a 90° ed oltre ad esclusione di impianti di grandi dimensioni, con posti a sedere superiori a 5000 persone, per i quali è richiesto espressamente di dimostrare di aver fatto il possibile per il contenimento dei fenomeni di abbagliamento.

e. Monumenti ed edifici

D.G.R. 7/6162, Art. 7. "Criteri per altri impianti specifici":

"L'illuminazione di tali manufatti, fate salve le indicazioni generali di cui al capitolo 5), deve essere, preferibilmente, di tipo radente, dall'alto verso il basso; solo nel casi di conclamata impossibilità e per manufatti di particolare e comprovato valore storico, i fasci di luce possono essere orientati diversamente, rimanendo, comunque, almeno un metro al di sotto del bordo

superiore della superficie da illuminare e, in ogni caso, entro il perimetro della stessa, provvedendo allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata entro le ore ventiquattro.

L'impianto deve utilizzare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce ed essere corredato di eventuali schermi antidispersione.

La luminanza media mantenuta non deve superare quella delle superfici illuminate nelle aree circostanti, quali strade, edifici o altro e, in ogni caso, essere contenuta entro il valore medio di 1 cd/m2 .

L'illuminazione dei capannoni industriali deve essere effettuata privilegiando le lampade al sodio a bassa pressione. Per gli edifici privi di valore storico sono da preferire le lampade ad alta efficienza, quali quelle al sodio ad alta pressione ed anche, eventualmente, a bassa pressione; in alternativa possono essere utilizzati impianti dotati di sensori di movimento per l'accensione degli apparecchi per l'illuminazione di protezione. Sono da prevedere, altresì, sistemi di controllo che provvedano alo spegnimento parziale o totale, o ala diminuzione di potenza impiegata, entro le ore ventiquattro."

Il D.G.r 7/6162, per quanto riguarda l'illuminazione degli edifici, con l'approvazione della LR38/04 che ha integrato la LR17/00 come segue. L.R. 17/00 Art. 6, comma 10:

"10. L'illuminazione di edifici e monumenti, fatte salve le disposizioni del comma 2 in termini di intensità luminosa massima, deve essere di tipo radente, dall'alto verso il basso; solo nei casi di comprovata inapplicabilità del metodo ed esclusivamente per manufatti di comprovato valore artistico, architettonico e storico, sono ammesse altre forme di illuminazione, purchè i fasci di luce rimangano entro il perimetro delle stesse, l'illuminamento non superi i 15 lux, l'emissione massima al di fuori della sagoma da illuminare non superi i 5 lux e gli apparecchi di illuminazione vengano spenti entro le ore ventiquattro."

Sintesi: Disposizioni specifiche per edifici e monumenti

Illuminazione di edifici generici e/o capannoni:

- illuminazione di tipo radente, dall'alto verso il basso, o comunque con intensità luminosa massima dei corpi illuminanti minore di 0.49cd/klm a 90° ed oltre;
- luminanza media delle superfici illuminate inferiore a 1cd/m2 (come disposto dal regolamento attuativo della LR17/00);
- Sorgenti al sodio a alta e bassa pressione, o in alternativa impianti dotati di sensori di movimento pe l'accensione degli apparecchi per l'illuminazione di protezione;
- spegnimento parziale o totale, o diminuzione di potenza impiegata, entro le ore ventiquattro.
- Illuminazione di edifici e monumenti di comprovato valore artistico, architettonico e storico:
- preferibile una illuminazione di tipo radente, dall'alto verso il basso con intensità luminosa massima dei corpi illuminanti minore di 0.49cd/klm a 90° ed oltre;
- sono ammesse altre forme di illuminazione, purché i fasci di luce rimangano entro il perimetro delle stesse, l'illuminamento non superi i 15 lux, l'emissione massima al di fuori della sagoma da illuminare non superi i 5 lux;
- adottare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce ed essere corredato di eventuali schermi antidispersione;
- spegnimento entro le ore ventiquattro (per lo meno per la parte con emissione superiore a 0.49cd/klm a 90° ed oltre, negli altri casi parzializzazione o diminuzione di potenza impiegata, entro le ore ventiquattro.

f. Insegne prive di illuminazione propria

D.G.R. 7/6162, Art. 7. "Criteri per altri impianti specifici":

"L'illuminazione deve essere realizzata dall'alto verso il basso, come definito nel capitolo 5 "Criteri comuni". Appartengono a questa categoria le insegne con sorgenti di luce esterne alle stesse;"

L'illuminazione di insegne deve essere realizzata con apparecchi che nella posizione di installazione hanno una emissione luminosa massima di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre.

Nel solo caso delle insegne questo risultato si può ottenere anche con corpo illuminante inclinato purché il prolungamento/ l'estensione del vetro di chiusura piano del proiettore, intercetti la parete.

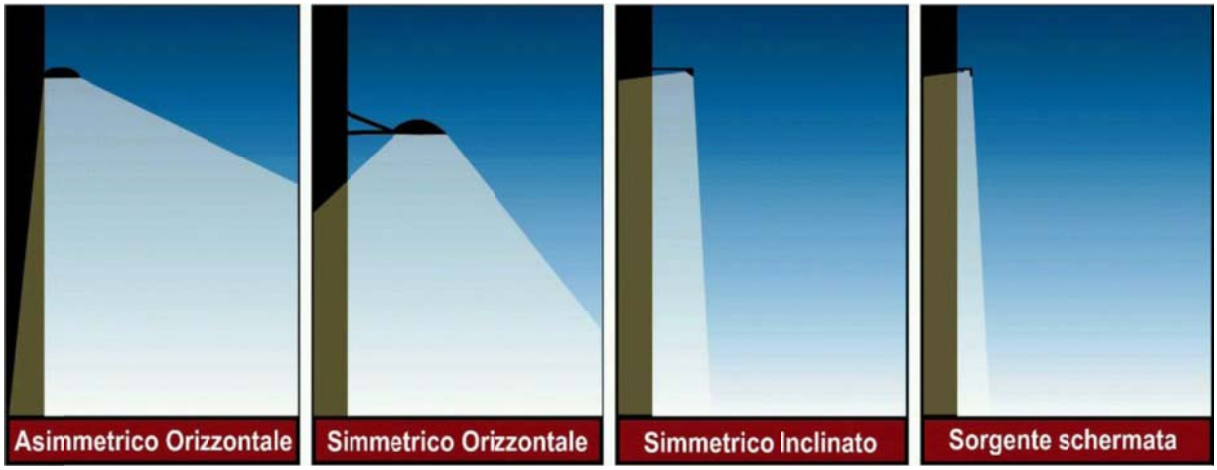


Figura 5.33 – Installazioni ammesse. Nel caso "Simmetrico inclinato", l'inclinazione deve essere tale che il piano passante per il vetro del proiettore inclinato venga comunque intercettato dalla parete altrimenti l'apparecchi non risulta più conforme. (fonte Cielobuio)

Figura 5.38 – INSTALLAZIONI NON CONFORMI alla LR17/00 e succ. integrazioni. Partendo da sinistra l'illuminazione dal basso non è consentita se non per illuminazione di manufatti storici ed artistici ma mantenendo il fascio all'interno della sagoma dello stesso, nella seconda l'illuminazione dell'apparecchio inclinato va oltre l'edificio in quanto il piano passante per il vetro del proiettore inclinato non viene intercettato dalla parete. Nella terza e quarta immagine l'illuminazione del cartellone non è corretta in quanto l'unica illuminazione corretta sarebbe con proiettore orizzontale dall'alto verso il basso. (fonte Cielobuio)

g. Effetto della nebbia nel meccanismo della visione notturna con luce artificiale

Riferimenti:

1. Misurazione della distanza di visibilità in condizioni di nebbia - Relazione IEN, 1 aprile 1993.

2. Rapporto sulle prove di visibilità in condizioni di nebbia - Relazione IEN, 23 gennaio 1995
3. Misurazione delle distanze di visibilità in condizioni di nebbia - Relazione IEN, 6 febbraio 1995.

La nebbia, per quanto assai rara ha un ruolo importante nell'influenzare la sicurezza stradale. Come noto, la nebbia attenua la luce in modo esponenziale con la distanza, in misura che cresce con il così detto coefficiente di estinzione, da cui dipende anche la distanza di visibilità convenzionale adottata dai meteorologi, come indicato nella tabella.

Condizioni atmosferiche diurne	Distanza di visibilità [m]	Coefficiente di estinzione [1/m]
Nebbia leggera	1000	0.003
Nebbia moderata	500	0.006
Nebbia spessa	200	0.015
Nebbia densa	50	0.06
Nebbia molto densa	30	0.10
Nebbia estremamente densa	15	0.20

Il secondo fenomeno con cui deve fare i conti la circolazione automobilistica è la diffusione delle minuscole goccioline d'acqua che compongono la nebbia. Come è noto, la diffusione della luce messa dai proiettori di un'autovettura porta alla creazione di una luminanza di velo davanti agli occhi del guidatore (il così detto "muro bianco"), con una conseguente ulteriore riduzione della distanza di visibilità. Ciò avviene anche per la luce emessa da un impianto di illuminazione, la cui presenza in condizioni di nebbia può essere controproducente, provocando anche una riduzione della distanza di visibilità a causa dell'aumento della luminanza di velo e dando al guidatore un effetto psicologico di maggior sicurezza, con una conseguente inconscia spinta ad aumentare la velocità oltre i limiti di sicurezza.

Deve inoltre essere notato che la luminanza di velo riduce la visibilità degli oggetti sulla strada e quindi anche l'efficacia della segnaletica passiva.

Viceversa, la visibilità dei sistemi di segnalazione attiva (linea di luce, segnaletica verticale internamente illuminata) non viene attenuata dalla presenza di luminanza di velo, in quanto questi sistemi non richiedono l'illuminazione da parte dei proiettori dell'autovettura. Inoltre, essi non generano luminanza di velo e perciò non riducono la visibilità degli oggetti sulla carreggiata. In linea di principio, la segnaletica attiva si presenta come decisamente più vantaggiosa per la sicurezza in condizioni di nebbia rispetto all'illuminazione

5.9 CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO

Mancando in tal senso delle indicazioni puntuale da parte delle Linee Guida Regionali, si riportano di seguito i riferimenti legislativi della Regione Lombardia, che pur non essendo cogenti per la Sardegna possono essere considerate a livello di *Norme di buona tecnica* in merito ad impianti specifici.

c. Insegne e Vetrine illuminate dall'esterno

D.G.R. 7/6162, Art. 9. lettera d) "Deroghe": *"d) le insegne pubblicitarie non dotate di illuminazione propria, di modesta entità, quali: le insegne di esercizio, come indicate all'art.23 del codice della strada e relativo regolamento di attuazione, e quelle con superfici comunque non superiori a 6 metri quadrati, con flusso luminoso in ogni caso diretto dall'alto verso il basso, al fine di conseguire l'intensità luminosa nei termini di cui al capitolo 5; gli apparecchi di illuminazione esterna delle vetrine, per un numero non superiore a tre vetrine, con flusso luminoso comunque diretto dall'alto verso il basso, al fine di conseguire l'intensità luminosa nei termini di cui al capitolo 5;"*

L'illuminazione delle vetrine dall'esterno deve essere effettuata con apparecchi illuminanti installati in posizioni tali che le intensità luminose massime a 90° e oltre non superiore a 0.49cd/klm.

Ai fini della deroga dal progetto illuminotecnico le vetrine da illuminare non possono essere superiori a 3 e le insegne di "esercizio", come definito nel codice della strada, non posso superare 6 metri quadrati di superficie.

d. Insegne ad illuminazione propria

"Deroghe": *"e) le insegne ad illuminazione propria, anche se costituite da tubi di neon nudi; le insegne pubblicitarie di esercizio non dotate di illuminazione propria e comunque non superiori a 6 metri quadrati; gli apparecchi di illuminazione esterna delle vetrine, per un numero non superiore a tre vetrine"*

e. Sorgenti con flusso luminoso inferiore a 1500 lm

"Deroghe": "b) tutte le sorgenti luminose in impianti con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore ai 2250 lm, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lm cadauna. Nello specifico, è comunque ammesso l'utilizzo di sorgenti luminose a fluorescenza compatta o a led anche in impianti di modesta entità purché installate in apparecchi con emissione verso l'alto (omissis)"

Questa deroga trova applicazione per numerose tipologie di interventi che spaziano dall'illuminazione residenziale, a quella d'accento a quella che utilizza nuove tecnologie quali per esempio i led.

Per valutare quanti apparecchi possono essere installati in deroga alla legge è sufficiente:

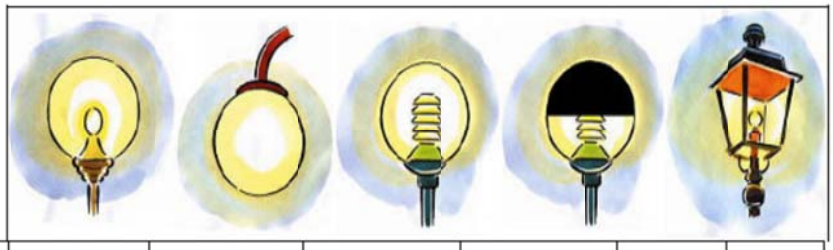
- Conoscere l'emissione percentuale massima verso l'alto dell'apparecchio illuminante;
- Utilizzare una sorgente luminosa ad alta efficienza con un flusso luminoso totale inferiore o uguale a 1500lumen;
- Calcolare quanto del flusso luminoso dell'apparecchio viene inviato verso l'alto;
- Dividere 2250 lumen per il flusso luminoso emesso da un singolo apparecchio verso l'alto;

Il risultato indica il numero di corpi illuminanti che rientrano nella deroga riportata. Esempio di verifica n° di apparecchi che rientrano nella deroga *(da fonte Cielobuio)*

- Apparecchio con emissione verso l'alto: 30%
- Sorgente luminosa: 23W - 1500 lumen
- Etot= 1500*0.3=450 lumen

- N° Apparecchi in deroga= 2250/450lm = 5 apparecchi

Seguono alcuni ulteriori esempi:



Sorgente Luminosa	23W (1500lm)	23W (1500lm)	23W (1500lm)	23W (1500lm)	18W (1200lm)	9W (600lm)
Emissione % verso l'alto (dati fotometrici del produttore)	50%	30%	12%	3%	30%	30%
Emissione lm verso l'alto	750lm	450lm	180lm	45lm	360lm	180lm
MAX N° APPARECCHI (2250lm)	3	5	12	50	6	12

In generale anche apparecchi normalmente non conformi alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 se dotati di sorgenti con emissione inferiore a 1500 lumen possono essere a norma di legge.

In particolare l'utilizzo di apparecchi a led, avendo ogni singolo led una emissione inferiore a 1500 lumen, rientra quasi sempre in questa deroga.

La Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 di fatto vieta l'utilizzo di apparecchi ad incasso. La motivazione è piuttosto evidente: sono apparecchi altamente inquinanti, che producono fenomeni di abbagliamento e controproducenti alla visione; non hanno alcuna funzione di favorire il meccanismo della visione (anzi spesso lo alterano), sono soggetti a fenomeni di rapida usura, rischi di penetrazione di acqua ed umidità se non perfettamente isolati; scaldano e possono essere fonti di rischio che chi vi si appoggiasse. L'utilizzo dei segnapasso è ammesso dalla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 solo ed unicamente per: l'illuminazione di monumenti dal basso (se del tipo asimmetrico) e sono per manufatti di comprovato valore storico, artistico ed architettonico; l'utilizzo di segnapasso a led in quanto rientranti nella deroga descritta.

A titolo di esempio, apparecchi ad incasso a terra da 9 led bianchi hanno un emissione verso l'alto di 21.5 lumen che equivale a poter istallare sino a 104 incassi in deroga alla legge ed al progetto.

5.10 SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Gli impianti di illuminazione pubblica possono essere dotati di appositi dispositivi, applicati puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto, in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività entro le ore 24 o comunque entro l'orario stabilito dalle Amministrazioni Comunali.
La riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza. Lo spegnimento alternato o parziale degli apparecchi illuminanti, con conseguente generazione al suolo di zone alternate di luce e ombre, è consentito esclusivamente qualora vengano rispettati i requisiti di sicurezza di uniformità o in aree circoscritte (es. parcheggi, parchi e ambiti privati) in cui non siano richiesti requisiti di uniformità degli illuminamenti.

5.11 LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO E LA VERIFICA DEI PROGETTI

La verifica ed il controllo dei nuovi progetti d'illuminazione pubblica e privata, anche sotto forma di lottizzazione o di adeguamento e rifacimento dell'esistente, è prescritto per legge, l'ufficio tecnico comunale è addetto alla verifica della conformità di legge ed all'autorizzazione del nuovo progetto illuminotecnico (LINEE GUIDA PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E RELATIVO CONSUMO ENERGETICO (art. 19 comma 1. L.R. 29 maggio 2007, n. 2 - modifiche ed integrazioni alle linee guida già pubblicate su buras n.13 del 11.04.2008, articolo 5, comma 4 "i comuni").
Il piano dell'illuminazione si deve usare come uno strumento da imporre a chi sottopone una nuova richiesta di autorizzazione. Il piano inoltre integra il regolamento edilizio comunale.

a. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche

Composizione del progetto illuminotecnico ai fini dell'autorizzazione dello stesso:

- planimetria in scala appropriata indicante la localizzazione e la georeferenziazione dell'osservatorio;
- relazione tecnico illustrativa sulla tipologia dell'osservatorio, sulla sua attività prevalente e sulla dotazione strumentale;
- relazione illustrativa del regolamento per l'accesso dei visitatori e delle modalità di raggiungimento della sede;
- documentazione fotografica a colori sull'ambiente, sul paesaggio e sulla struttura nel suo complesso.
- indicazione degli eventuali punti di giunzione con impianti esistenti.

b. Progetto illuminotecnico: Verifica e controllo

Nel presente paragrafo si forniranno alcuni semplici strumenti per gli uffici tecnici comunali competenti per la verifica dei progetti illuminotecnici, in conformità al piano, alla Del. G.R. 48/31 del 29.11.2007 ed alle norme tecniche di settore.
L'ufficio tecnico comunale competente può operare la sua valutazione solo sulla base del contenuto del progetto illuminotecnico che se fatto correttamente contiene tutte le informazioni necessarie per la verifica. Nell'allegato 1 sono riportati dei semplici schemi di flusso che riassumono, per ciascun tipo di applicazione, le operazioni di controllo.
In sintesi ci sono alcuni passaggi comuni di verifica per ogni tipologia di progetto illuminotecnico che di seguito si riassumono:
Professionista illuminotecnico. Il progetto deve essere realizzato da un professionista iscritto ad ordini e collegi professionali e deve possedere un curriculum specifico in materia;
Verifica conformità corpi illuminanti. Tale verifica può essere fatta semplicemente se, come prescritto per legge, il progettista fornisce i dati fotometrici dei corpi illuminanti utilizzati nel progetto, tali dati possono essere sotto forma di:

- Tabella: nel qual caso basta verificare che i valori inseriti per gamma maggiore o uguale a 90° non siano superiori a 0.49cd/klm;
- File “eulumdat” (estensione .ldt): per visualizzare la tabella in formato digitale e per verificare che i valori dell’intensità luminosa per GAMMA maggiore o uguale a 90° siano inferiori a 0.49cd/klm.

Verifica conformità alle norme tecniche. Per fare tale verifica è sufficiente conoscere la classificazione della strada o dell’ambito da illuminare, cosa che questo piano ha fatto nell’interezza del territorio comunale. Il progettista deve dichiarare l’effettiva classificazione dell’ambito da illuminare contenenti i parametri di progetto da rispettare per ciascuna classificazione, è necessario verificare nel progetto se i parametri illuminotecnici rispettano quelli relativi alla classificazione.
Il riscontro del rispetto di questi primi 3 requisiti fondamentali permette effettivamente di superare gran parte del problema della verifica e controllo che poi si riduce alla verifica, nello specifico, di alcuni altri limitati e requisiti di legge. La verifica della conformità dei progetti illuminotecnici ai requisiti di legge diventa quindi semplice e quasi una procedura meccanica.

CAPITOLO VI

PIANIFICAZIONE DEGLI ADEGUAMENTI

6.1 VERIFICA IMPIANTI PRIVATI NON CONFORMI ALLA L.R. n. 2/2007.

La legge regionale n. 2 art. 19 comma 1 del 29 maggio 2007, ha come ambito di applicazione sia gli impianti di illuminazione pubblica che privata. Nel piano di illuminazione pubblica è prevista una sezione dedicata all'analisi degli impianti di illuminazione privata segnalando quelli che nello specifico non sono conformi con la DeL G.R. 48/31 del 29.11.2007 in modo da identificare gli elementi che li rendono incompatibili con i dettami di legge e individuando, dove possibile, soluzioni alternative.

Un piano della luce si deve limitare ad identificare gli impianti palesemente difformi dalla DEL G.R. 48/31 DEL 29.11.2007. ai suoi obbiettivi fondamentali, ed ai suoi criteri guida. Un'analisi approfondita richiederebbe un lavoro non richiesto dalla legge in aree esterne alle fasce di protezione degli osservatori astronomici e delle aree naturali protette; i criteri che hanno guidato l'approfondimento sugli impianti di illuminazione privata, direttamente correlati con la DEL G.R. 48/31 DEL 29.11.2007 sono:

- Apparecchi illuminanti palesemente difformi dalle indicazioni della DEL G.R. 48/31 DEL 29.11.2007 con intensità luminosa massima a 90° ed oltre superiore a 0,49 cd/Klm,
- Luce invasiva e/o intrusiva in contrasto anche con l'art.844 del Codice Civile sulle immissioni moleste.

Verrà di seguito indicato il metodo che permetterà di identificare gli impianti a per i quali risulterebbe prioritario l'intervento di adeguamento.

- ELEVATA Indicherà elevata preminenza dell'intervento di adeguamento e punteggio 2.
- MEDIA Indicherà media preminenza dell'intervento di adeguamento e punteggio 1.

L'attribuzione dei criteri di preminenza ELEVATA o MEDIA è data da considerazioni quali:

- Dimensioni dell'impianto e numero di apparecchi,
- Maggiore impatto sul territorio a parità di categoria.

Gli impianti oggetto della valutazione in ambito privato sono piuttosto variegati e identificabili con le seguenti categorie:

- Stradali
- Residenziali
- Impianti sportivi
- zone industriali e grandi aree
- insegne

Questo paragrafo descrive il metodo per la redazione di un elenco completo di impianti non conformi per la successiva valutazione di miglioramento, anche se a tutt'oggi non si riscontrano impianti che violano le prescrizioni succitate.

Nello specifico potranno essere identificati anche singoli proiettori per i quali si riscontra la non conformità con la Del G.R. 48/31 del 29.11.2007.

6.2 PRESCRIZIONI SULL'OBBLIGO DI ADEGUAMENTO DELL'ESISTENTE - FASCE DI PROTEZIONE DEGLI OSSERVATORI ASTRONOMICI/ASTROFISICI E DELLE AREE NATURALI PROTETTE

Per i Comuni ricadenti nelle aree di protezione degli osservatori astronomici e delle aree naturali protette è richiesto l'adeguamento di tutti gli impianti d'illuminazione esistenti, pubblici e privati, realizzati prima dell'entrata in vigore della L.R. 2/2007 entro il termine di quattro anni, considerando che l'indice di priorità di intervento è sempre pari a 2.

Il centro abitato del comune di Nurachi non è compreso nel perimetro di aree naturali tutelate o in alcuna fascia di protezione di osservatori astronomici o siti osservativi. Tuttavia una parte del territorio comunale rientra all'interno del Parco della Giara di Gesturi per queste aree l'adeguamento degli impianti esistenti deve essere effettuata secondo le disposizioni sopra indicate.

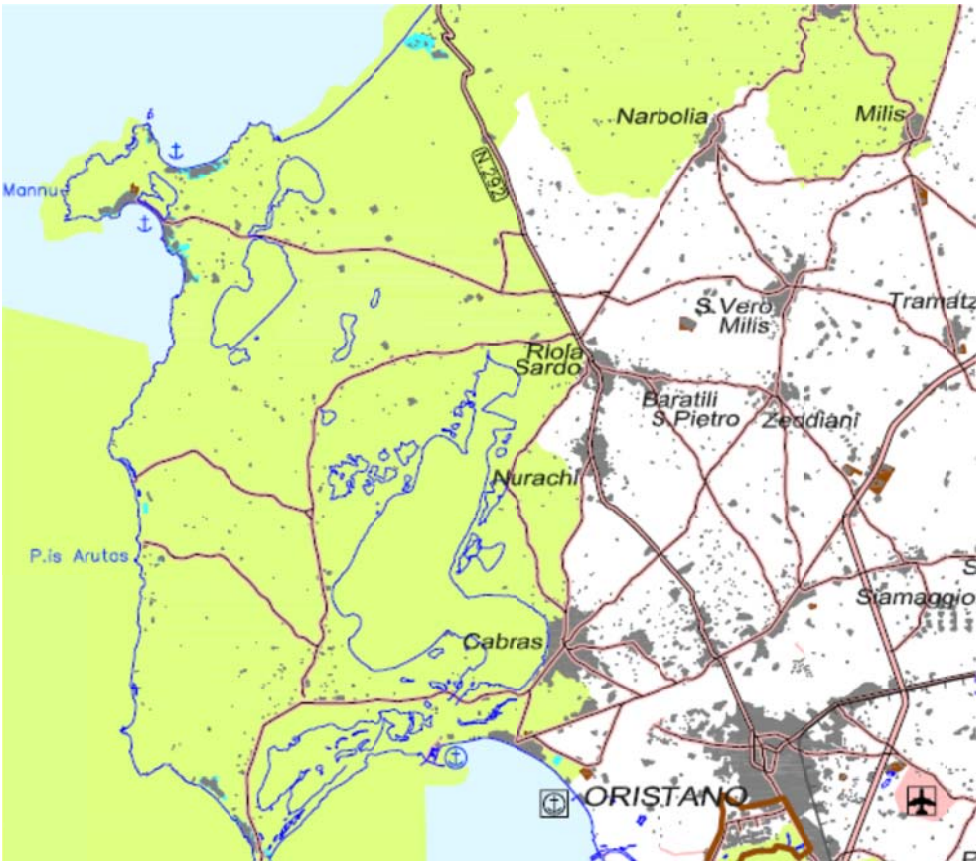


Figura 2 – Particolare tratto dalla tavola "Inquinamento luminoso – zone di particolare tutela e protezione" fonte: ARPAS gennaio 2008

Figura 3 - Legenda tratta dalla tavola "Inquinamento luminoso – zone di particolare tutela e protezione" fonte: ARPAS gennaio 2008

	Indice di Priorità	Via	Tipo di apparecchio	Modello	Sorgente luminosa	W	Tipo sostegno	Tipo di Intervento
Esempio	2	Campo Polivalente						

Adeguamenti nelle fasce di rispetto

Impianti privati:

Adeguare ove possibile applicando sistemi schermanti sul corpo illuminante così che questo emetta oltre i 90° meno di 0,49Cd/klm. Se questo non fosse possibile sostituire il corpo illuminante.

Impianti Pubblici:

Per gli apparecchi ove è possibile ridurre l'emissione versò l'alto entro 0,49 cd/klm a 90° ed oltre con la sola variazione dell'inclinazione del corpo illuminante procedere in tal senso (se compatibile con le caratteristiche dell'apparecchio e con le norme di settore),

Situazione comunale.

Tutti gli impianti di illuminazione pubblica e privata sono soggetti al rispetto dei termini di legge relativi all'adeguamento entro il 2013.

IMPIANTI REALIZZATI DOPO L'ENTRATA IN VIGORE DELLE LINEE GUIDA E NON CONFORMI ALLE STESSE

Rientrano in questa categoria tutti gli impianti realizzati dopo la pubblicazione sul Buras n. del 11/04/2008 –deliberazione n. 48/31 del 29.11.2007 Per tali impianti di illuminazione è opportuno secondo le linee guida regionali stilare le priorità di intervento tramite una tabella.

Non si rileva la presenza di tali impianti

CAPITOLO VII

PREMESSA PROGETTUALE

Gli obiettivi di questa sezione del piano di intervento, sono come di seguito riassumibili:

1 individuazione dei criteri guida comunali minimi per la futura illuminazione (basati sulle linee guida di cui ai precedenti capitolo 4 e 5), per tipologie d'impianti e per aree di applicazione;

2 integrare gli specifici interventi di adeguamento individuati nel precedente capitolo 6 proponendo, ove non già meglio identificato, le adeguate soluzione;

3 proporre ad integrazione del tessuto esistente azioni ad ampio respiro di: ammodernamento, rifacimento, integrazione, sostituzione integrale, non richieste specificatamente per legge ma che costituiscono un opera di indubbio interesse comunale sotto almeno uno dei seguenti aspetti di: riqualificazione del territorio, risparmio energetico, ottimizzazione e razionalizzazione degli impianti.

Fra i principali intenti, oltre a quelli di indicare le più opportune proposte progettuali per ciascuna area omogenea, si individua la necessità di ridare importanza ai tracciati storici, che lo sviluppo scomposto della rete viaria ha talvolta occultato con il rischio di farne perdere completamente le tracce.

L'attenzione si concentrerà quindi maggiormente sul centro urbano principale, ed ai principali assi viari che collegano il centro alla rete viaria provinciale e regionale. Un'illuminazione discreta e senza stravaganze, che assolva il proprio ulteriore ruolo di valorizzazione dell'antico tessuto viario ed edilizio cittadino, sarà indispensabile per un organico sviluppo dell'illuminazione, in quanto l'integrazione dell'illuminazione pubblica e privata deve consentire di gestire al meglio il territorio, con una copertura graduale e misurata, senza accenti fuori misura e fonti che alterino e mettano in pericolo la percezione dell'ambiente.

L'Amministrazione Comunale, nella sua piena libertà d'azione sul territorio in termini di nuova illuminazione e di ristrutturazione dell'esistente, sia nell'ambito dell'applicazione integrale del piano della luce che in semplici interventi, intende con il piano porre i requisiti minimi di progetto per chiunque si troverà ad operare sul suo territorio, sia per realizzare impianti d'illuminazione pubblica in base a specifiche richieste, sia privati nell'ambito di aree residenziali, lottizzazioni, etc.

7.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO: PIANO OPERATIVO

Il piano d'intervento provvede alla definizione delle tipologie di apparecchi per l'illuminazione per ciascuna destinazione funzionale e più in generale per area omogenea, caratterizzando il tessuto cittadino con scelte mirate, funzionali e omogenee che si concretizzano in una gradevole ed armonica definizione formale e spaziale del territorio comunale. Tali definizioni si affiancano alle linee guida di cui ai precedenti capitoli 4 e 5 nel coordinamento operativo degli interventi futuri sul territorio. Dalle evidenze riscontrate sul territorio e dalle indicazioni emerse nei capitoli precedenti i principali tipi di intervento di carattere prevalentemente stradale si possono come di seguito riassumere:

1 impianti esistenti: Revisione e messa a norma degli impianti elettrici, sostituzione degli apparecchi d'illuminazione con analoghi a maggiori performance illuminotecniche e sostituzione degli apparecchi dotati di lampade ai vapori di mercurio, ove presenti;

2 nuovi impianti o rifacimento integrale degli impianti: adozione di soluzioni illuminotecniche ad elevata efficienza.

Per entrambe le tipologie di interventi verranno definite delle caratteristiche illuminotecniche minime e dei progetti illuminotecnici di riferimento.

Dal punto di vista impiantistico ciascuna soluzione deve essere basata sulla sicurezza dell'impianto nella sua globalità specialmente verso le persone, siano esse manutentori o semplici cittadini.

Un elemento di rilievo è sicuramente la lungimiranza nelle scelte in merito a soluzioni che favoriscano ridotti livelli di manutenzione periodica in quanto la vita media di un impianto d'illuminazione, 25 anni, impone valutazioni che vanno al di là dei normali costi di primo impianto e svincola da logiche di gare basate solo sul ribasso economico, privilegiando invece soluzioni tecniche a maggiori efficienze globali. La sicurezza delle persone deve essere garantita per tutta la durata dell'impianto in condizione di normale funzionamento ed anche in caso di atti vandalici o incidenti, prevedibili in ogni contesto urbano.

a. Impianti elettrici indicazioni per l'adeguamento e per i nuovi impianti

Per quanto riguarda l'adeguamento di impianti esistenti:

- l'adeguamento della componentistica, deve rispettare la normativa vigente ed avere il requisito della marcatura CE, deve possedere inoltre una protezione con doppio isolamento (classe II) con l'aggiunta, in casi specifici, di ulteriori protezioni elettriche a monte dell'impianto;
- le linee elettriche di alimentazione devono essere previste ovunque ed ogni volta che ve ne sia la possibilità, interrate, sia per ragioni di sicurezza sia per un fatto estetico di impatto visivo; le derivazioni, punti considerati particolarmente delicati, devono essere effettuate in pozzetti e preferibilmente con delle giunzioni rigide in doppio isolamento;
- l'alimentazione di apparecchi fissati su mensola a parete, avviene tramite cavi aerei su muro, al fine di contenere sia i costi derivanti dal posare sottotraccia le condutture, sia i danni provocati a manufatti di valore storico architettonico. Il tracciato dei cavi deve essere stabilito caso per caso prestando attenzione a ridurre al massimo l'impatto visivo. E' preferibile evitare il fissaggio di scatole o cassette di derivazione a vista.
- nel caso in cui si debba integrare un impianto esistente con la sostituzione o l'aggiunta di pochi centri luminosi la scelta più conveniente sarà quella di rispettare la tipologia impiantistica esistente in cui si trova inserito l'impianto purché la tipologia sia conforme alla DEL. G.R. 48/31 DEL 29/11/2007 e succ. integrazioni;realizzare sempre per quanto possibile una rete di distribuzione dedicata all'illuminazione pubblica.

I nuovi impianti devono prediligere analoghe caratteristiche elettriche, normative e di sicurezza a quelle appena evidenziate prediligendo soluzioni interrate in cunicoli tecnologici dedicati.

b. caratteristiche elettriche generali degli apparecchi d'illuminazione

I corpi illuminanti devono avere le seguenti minime caratteristiche elettriche (oltre alla specifica conformità alla Del. G.R. 48/31 del 29/11/2007 e succ. integrazioni, già descritta nel precedente capitolo 5):

- ottiche del tipo full cut-off o completamente schermati con intensità luminosa massima a 90° ed oltre (verso l'alto) non superiore a 0.49 cd/klm (requisiti della Del. G.R. 48/31 del 29/11/2007);

- grado di protezione degli apparecchi di illuminazione contro la penetrazione ai corpi solidi e liquidi IP 65 per il vano lampada e IP 44 per il vano accessori (qualora separati). Questo elevato grado di protezione impedisce la penetrazione all'interno dell'apparecchio di pioggia e polvere, rendendolo praticamente sigillato;
- gli apparecchi d'illuminazione posti ad altezza inferiore ai 3 metri devono essere apribili (accesso a parti in tensione) solo con uso di chiave o di un attrezzo (CEI 64-7);
- la classe dell'apparecchio nei confronti dei contatti indiretti deve essere II o III;
- devono avere il vano ottico chiuso da elementi trasparenti e piani realizzati preferibilmente con materiali come vetro e metacrilato, ovvero stabili e anti ingiallimento;
- devono avere un alto rendimento luminoso (rapporto tra flusso luminoso in lumen reso dall'apparecchio ed il flusso luminoso in lumen emesso dalla lampada) indicativamente superiore al 75% per apparecchi di tipo stradale e almeno al 60% per apparecchi d'arredo;
- copertura superiore preferibilmente realizzata in pressofusione di alluminio UNI 5076;
- sull'apparecchio di illuminazione devono essere riportati i seguenti dati di targa:

  1 nome della ditta costruttrice, numero di identificazione o modello;

  2 tensione di funzionamento;

  3 limiti della temperatura per cui è garantito il funzionamento ordinario, se diverso da 25°;

  4 grado di protezione IP;

  5 se di classe II il simbolo

  6 potenza nominale in Watt e tipo di lampada.
- l'apparecchio deve essere disponibile con varie regolazioni di lampada o ottica per poter rispondere alle variabili esigenze di illuminazione del territorio;
- il costruttore dell'apparecchio deve fornire oltre a quanto specificato nel capitolo 5 e nella DEL. G.R. 48/31 DEL 29/11/2007 (dati fotometrici certificati e asseverati dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi) un foglio con le istruzioni per la corretta installazione in conformità alla DEL. G.R. 48/31 DEL 29/11/2007 e succ. integrazioni e manutenzione;
- devono essere conformi alle normative di riferimento (CEI 34-21, CEI 34-30, CEI 34-33, CEI 64-7).

Un'attenta valutazione e scelta deve essere condotta anche su caratteristiche meno legate a fattori elettrici ed illuminotecnici ma di notevole importanza per l'efficienza globale e manutentiva dell'impianto quali:

- materiale chiusura resistente agli agenti atmosferici più critici;
- sistemi di chiusura e protezione del vano ottico con minore predisposizione alla raccolta di sporcizia ed al deperimento, (preferibilmente vetri di chiusura temprati piani);
- in fase manutentiva: facilità di sezionamento elettrico, agevole apertura e mantenimento dell'apertura del corpo illuminante, protezione del vano ottico dalla sporcizia, rapidità di sostituzione delle lampade e di regolazione delle stesse nel vano ottico, rapidità di sostituzione degli altri componenti elettrici.

c. Caratteristiche dei quadri elettrici, dei cavidotti e dei sostegni

Apparecchi di protezione

- interruttore generale del quadro elettrico di tipo automatico magneto-termico con rèlè differenziale polivalente per controllo di guasti a terra (da prevedersi sia per impianti in classe I che in classe II);

- interruttore automatico differenziale di tipo selettivo Id = 300mA, protetto contro gli stati intempestivi, posto a protezione di ogni linea trifase in partenza (dorsali di alimentazione dei punti luce-dispositivo da prevedersi anche per apparecchi in classe II);
- interruttori automatici magnetotermici unipolari posti a protezione delle singole linee in partenza (escluso il conduttore di neutro);
- protezione dei circuiti ausiliari mediante idoneo interruttore automatico magnetotermico differenziale;
- apparecchiature di manovra (contatori) con categoria di impiego AC-3;
- apparecchiature di manovra per predisposizione rifasamento (contatori) con categoria d'impiego AC-3 dotati di blocco contatti di passaggio a pre-chiusura e di resistenza di smorzamento di picco;
- protezione da sovratensioni di origine atmosferica mediante inserzione di idonei limitatori di sovratensione;
- nell'installazione di regolatori di flusso centralizzato, le protezioni contro le sovratensioni dovranno essere garantite sia a monte che a valle del regolatore medesimo;
- potere di interruzione di tutte le apparecchiature installate non inferiore a 6kA per utenze con alimentazione monofase e 10kA per utenza con alimentazione trifase, salvo l'impiego documentato della protezione per filiazione.

Carpenteria

- in vetroresina a doppio isolamento;
- grado di protezione: IP55 minimo , tenuta all'impatto 20j minimo;
- ampliabilità: 30% .

Accessori

- morsettiera in uscita per linee di potenza ed ausiliari;
- cavi apparecchiature siglati e numerati;
- selettore AUT-MAT a due posizioni per il comando di accensione dell'illuminazione;
- rélé crepuscolare (no timer);
- riduttore di flusso luminoso - classe di isolamento II - protezione integrata per sovratensioni a valle dello stesso. Nel caso di regolazione di lampade ad elevata resa cromatica il regolatore dovrà garantire l'assenza di viraggio cromatico delle sorgenti luminose installate (tipo ioduri metallici bruciatore ceramico);
- protezione sulle parti in tensione accessibili a portella aperta in modo da garantire grado di protezione IP XXB;
- targhetta di identificazione riportante i seguenti dati: costruttore, tensione nominale, corrente nominale, grado di protezione, norma di riferimento.

Cavidotti

- linee dorsali principali realizzate mediante distribuzione trifase + neutro mediante l'utilizzo di conduttori unipolari tipo FG7-R 0.6/1kV;
- tutte e derivazioni per l'alimentazione dei unti luce dovranno essere realizzate, per sezioni < o uguali a 16mm2, in apposita morsettiera in classe II posta in ciascun palo senza effettuare giunzioni interrate o prevedere l'uso di muffole. Ove non fosse possibile tale tipo di derivazione le giunzioni dovranno essere realizzate nei pozzetti, senza interruzione del conduttore, utilizzando idonei conduttori a compressione crimpati, prevedendo il ripristino dell'isolamento mediante nastro auto agglomerante e successiva finitura mediante nastro isolante;

- sezione idonea per caduta di tensione non superiore al 4% dal punto di consegna ENEL.

Pozzetti

- anelli in CLS (senza fondo) con chiusino in ghisa carrabile ispezionabile.
- Dimensioni minime interne 40x40; pozzetti rompitratta in corrispondenza di ciascuna derivazione e cambio di direzione, e almeno ogni 25-30 metri nei tratti rettilinei o ogni sostegno;
- chiusini in ghisa senza personalizzazione (ENEL / TELECOM).

Pali

- sostegni tronco conico in acciaio zincato a caldo o verniciati;
- nel caso di estensione di impianti esistenti la tipologia dei pali dovrà essere conforme a quanto già installato;
- protezione della base mediante colletto in CLS, guaina termo resistente o manicottato in acciaio saldato alla base;
- spessore minimo pari a 4 mm;
- per sostegni verniciati, la verniciatura dovrà essere realizzata direttamente dalla casa produttrice e certificata;
- morsettiera a base del palo tipo Conchiglia o equivalente a doppio isolamento per la derivazione (Classe II) completa di portella in alluminio;
- fusibile su ogni punto di alimentazione in corrispondenza della morsettiera a base palo.

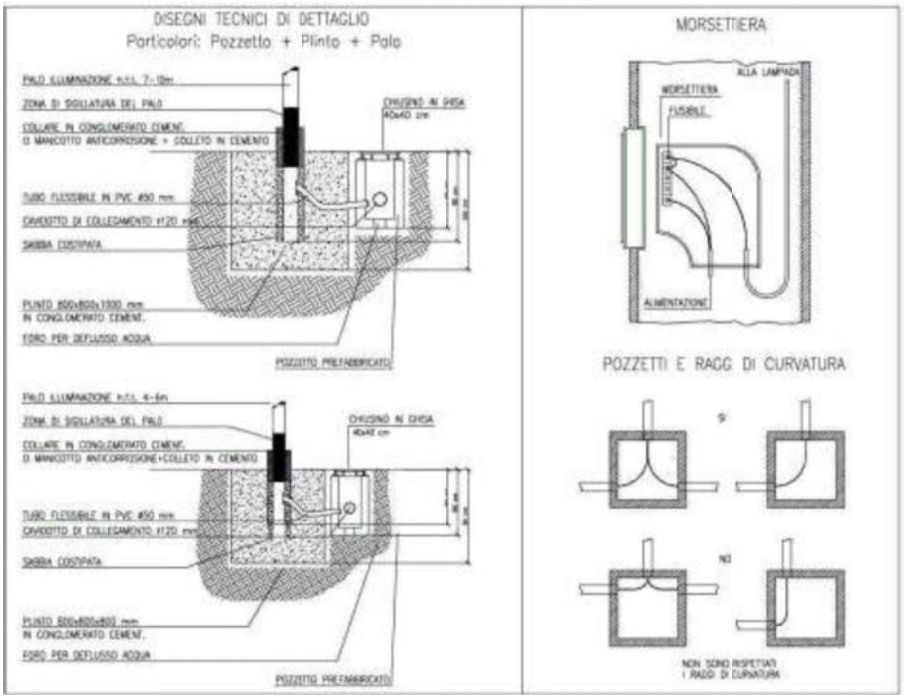


Figura 7.1- Schemi di massima sostegni, pozzetti e giunzioni

7.3 TIPOLOGIE DI INTERVENTO: LINEE GUIDA PROGETTUALI OPERATIVE

a. Ambiti operativi: applicazioni non stradali

Linee guida di ottimizzazione:

- il fattore da ottimizzare in tale ambito è la potenza installata (puntuale e complessiva) che deve essere la minore possibile a parità di fattore di utilizzazione, sempre nel rispetto delle norme tecniche e di sicurezza vigenti (EN13201), e qualora queste non siano applicabili, con luminanze medie mantenute non superiori a 1cd/m2;
- utilizzare a parità di condizioni apparecchi che conseguono la minore potenza installata ed il maggiore risparmio manutentivo.

Per quanto attiene alle prescrizioni normative, la legge non specifica valori da conseguire ma solo che il progettista deve dimostrare nella sua relazione di aver cercato di conseguire i maggiori risultati in termini di ottimizzazione e risparmio energetico.

b. Ambiti operativi: applicazioni stradali

L'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione si può conseguire solo ed unicamente con il concorso di numerosi altri aspetti già evidenziati in altri allegati.

Linee guida per l'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione stradale:

- classificare correttamente il tracciato viario secondo UNI11248;
- progettare ai valori di luminanza media mantenuta minimi previsti dalle norme (con le tolleranze di misura indicati dalle norme stesse);
- utilizzare a parità di condizioni apparecchi che conseguono la minore potenza installata ed il maggiore risparmio manutentivo. Questo terzo elemento è fondamentale a complemento dei primi due, in quanto se si classifica correttamente la strada, e la si illumina secondo le norme di settore, il risultato può essere ottenuto con potenze diverse.

A completamento dei concetti sopra espressi la legge regionale richiede in senso generico l' impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano, impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interasse dei punti luce e ridotti costi manutentivi e nello specifico sui nuovi impianti richiede rapporti minimi interdistanze altezze dei sostegni maggiori di 3.7 (salvo ostacoli quali viali alberati, o in corrispondenza di incroci) utilizzando gli apparecchi solo su un lato della strada (salvo ove assolutamente necessario per le eccessive dimensioni della strada). L'ottimizzazione prevede, come specificano appunto i criteri applicativi della DEL. G.R. 48/31 DEL 29/11/2007, una progettazione illuminotecnica che ricerchi la configurazione dell'impianto che meglio soddisfi le seguenti indicazioni:

1 massimizzare il rapporto interdistanza su altezza palo, scegliendo i progetti con rapporti minimi;
2 minimizzare la potenza installata per chilometro di strada;
3 minimizzare i costi di esercizio e di manutenzione.

E' sempre possibile conseguire i risultati in termini di rapporto interdistanza altezza superiori a 3,7, ma per far questo è necessario in linea di principio cercare il corpo illuminante più adeguato alle esigenze installative.

Non sempre gli apparecchi che permettono la massimizzazione del rapporto interdistanza/altezza palo sono quelli da preferire in quanto a volte questa ottimizzazione non coincide con la minimizzazione della potenza installata (maggiori risparmi sui consumi energetici) o con la minimizzazione del numero di apparecchi installati (che si ottiene con la massimizzazione dell'interdistanza che minimizza anche i costi di installazione e di manutenzione). Inoltre, questo aspetto

deve essere confrontato con le specifiche esigenze progettuali diverse, infatti, per esempio, nel centro storico le altezze dei sostegni devono mantenersi basse mentre nelle strade extraurbane le altezze possono raggiungere e superare i 10m. Queste sono alcune delle valutazioni che deve fare il progettista nella sua relazione tecnica al fine del conseguimento del miglior risultato operativo, di ottimizzazione e risparmio energetico.

c. Progetti illuminotecnici stradali: premesse

Progetti illuminotecnici che permettono di conseguire i requisiti minimi sopra illustrati.

I presenti progetti guida, pur senza alcuna pretesa di completezza, hanno lo scopo di illustrare i migliori risultati perseguibili per varie disposizioni di progetto di alcuni corpi illuminanti proposti dal mercato.

Range di progettazione:

- corpi illuminanti conformi installati con vetro piano orizzontale;
- corpi illuminanti installati se possibile su strade di larghezza da 7, 8, 9, 10, 11, 12 metri;
- condizioni di progetto con indici illuminotecnici fra 2 e 5 (fra 0.5 cd/m2 e 1.5 cd/m2);
- lampade utilizzate da 50,70,100,150W al sodio alta pressione;
- l'altezza dei sostegni è compresa fra 5 e 12 metri.

L'avanzamento rispetto al ciglio della strada per evidenti questioni d spazio è stato posto FISSO pari a 0 metri.

Esempi di corpi illuminanti: ESEMPIO DI CORPI ILLUMINANTI O che permettono di conseguire risultati illuminotecnici equivalenti a quelli sotto riportati

ESEMPIO DI CORPI ILLUMINANTI che permettono di conseguire risultati illuminotecnici equivalenti a quelli sotto riportati			

d. Strade a traffico veicolare: Assi viari principali

Sono considerati assi viari principali quelli che secondo la classificazione stradale sono stati assimilati alle strade con il maggior traffico motorizzato extraurbano ed urbano. Si identificano ora le linee guida progettuali in caso di:

A- Autostrade (con campo visivo: normale);

B- Extraurbane principali (con campo visivo: complesso).

Non sono state individuate sul territorio comunale strade con queste caratteristiche. Dovendo comunque il piano identificare delle linee guida verranno riportate indicazioni anche per queste tipologie di strada nel caso fossero necessarie in futuro. In particolare rientrano nella categoria ME2 a pieno titolo le autostrade le superstrade e le tangenziali quali:

Possono rientrare inoltre le seguenti categorie di strade:

D- Strade Urbane di scorrimento veloce* (Vmax<70km/h in aree di conflitto);

C- Strade Extraurbane secondarie* (Vmax<70-90km/h in aree di conflitto);

D- Strade Urbane interquartiere* (Vmax<50km/h in aree di conflitto);

E- Strade Urbane di quartiere* (Vmax<50km/h in aree di conflitto);

F- Strade Locali extraurbane* (Vmax<70-90km/h in aree di conflitto).

* se la segnaletica è efficace e sufficiente tali strade si riconducono alla cat. ME3 (vedi prospetto ME3).

d.1 Categoria illuminotecniche ME3-ME4

Appartengono a tali categorie illuminotecniche numerose tipologie di strade urbane ed extraurbane che penetrano il tessuto comunale e che rivestono una certa importanza se non in numero certamente per le caratteristiche illuminotecniche di attenzione che richiedono.

d.2 Categoria illuminotecnica ME3

Rientrano nella categoria ME3 a pieno titolo le superstrade, tangenziali, ma anche le strade provinciale e statali in ambito extraurbano e urbano quali:

B- Extraurbane principali (ME3a) (Campo visivo: normale);

D- Urbane di scorrimento veloce (ME3a) (Vmax<70km/h normali);

C- Extraurbane secondarie (ME3a) (Vmax<70-90km/h normali);

E- Urbane interquartiere (ME3c) (Vmax<50km/h normali);

E- Urbane di quartiere (ME3c) (Vmax<50km/h normali).

Possono rientrare inoltre le seguenti categorie di strade:

D- Urbane di scorrimento* (ME3c) (Vmax<50km/h in aree di conflitto);

C- Extraurbane secondarie*(ME3c) (Vmax<50km/h in aree di conflitto);

Locali extraurbane (ME3a) (Vmax<70-90km/h normali);

Locali extraurbane* (ME3c) (Vmax<50km/h in aree di conflitto).

* se la segnaletica è efficace e sufficiente tali strade si riconducono alla cat. ME4b (vedi prospetto ME4b).

d.3 Categoria illuminotecnica ME4b

Rientrano nella categoria ME4b a pieno titolo le strade urbane e extraurbane locali e secondarie:

D- Urbane di scorrimento (Vmax<50km/h normali);

C- Extraurbane secondarie (Vmax<50km/h normali);

F- Locali extraurbane (Vmax<50km/h normali).

e. Categoria illuminotecnica ME5

La restante parte del tracciato viario, la parte preponderante della rete comunale, è caratterizzata da strade con categoria illuminotecnica ME5 in quanto, di piccole dimensioni e/o prevalentemente residenziali o locale. Sia che gli eventuali interventi sul territorio siano di adeguamento di impianti obsoleti che di realizzazione di nuovi impianti, per esempio in aree residenziali o nuove lottizzazioni, o infine siano rifacimenti integrali, si riportano i seguenti requisiti minimi di progetto per garantire adeguate condizioni di visibilità e comfort visivo nonché valori di contrasto di luminanza medio delle carreggiate, e uniformità di luminanza che permettano di percepire l'immagine del tracciato stradale in modo netto e coerente con il resto del territorio. E' utile ed efficace l'integrazione dell'illuminazione tradizionale con sistemi di segnalazione passivi (quali catarifrangenti e fish-eyes) o attivi (a LED fissi o intermittenti, indicatori di prossimità, linee di luce, etc..) per esempio per evidenziare incroci,

passaggi pedonali, rotatorie etc... Tali sistemi molto meno invasivi di impianti d'illuminazione propriamente detti sono di fatto molto più efficaci in caso di condizioni di scarsa visibilità.

f. Strade a traffico veicolare: strade in zone artigianali

Sul territorio insistono alcune aree dedicate ad attività artigianali o industriali e anche per queste è necessaria un'illuminazione dedicata specifica (si veda la planimetria con la suddivisione in aree omogenee ed il capitolo 2).

f.1 Illuminazione privata

L'illuminazione privata dei capannoni e delle aree limitrofe deve essere realizzata privilegiando le seguenti tipologie di installazioni:

- con apparecchi sottogronda (stradali o proiettori) posizionati sui capannoni dotati di lampade ai vapori di sodio alta pressione installati con vetro piano orizzontale e potenze installate limitate;
- con sistemi dotati di sensori di movimento e di sicurezza per accensione immediata in caso di emergenze. In tale caso l'impianto d'illuminazione può essere integrato con una sola illuminazione minimale quasi di sola segnalazione.

f.2 Illuminazione pubblica

Per queste applicazioni sussiste in modo limitato, l'esigenza futura di rifacimento degli impianti d'illuminazione obsoleti, mentre è prevedibile l'espansione di tali aree con nuova illuminazione in nuove lottizzazioni che verranno dedicate a tali ambiti, con tipologie illuminotecniche che dovranno essere piuttosto omogenee e prettamente funzionali, ad elevata efficienza e basso grado di manutenzione nel tempo.
In generale per le loro caratteristiche le strade sono di categoria illuminotecnica ME5, anche se di notevoli dimensioni che potrebbe comportare ad un aumento delle potenze e delle altezze dei sostegni, ed hanno un traffico estremamente limitato oltre il tradizionale orario lavorativo per questo l'illuminazione pubblica deve essere espressamente di sicurezza.
Apparecchi di progetto e progetto illuminotecnico Si vedano i progetti illuminotecnici riportati nei precedenti paragrafi.

g. Strade a traffico veicolare: Aree verdi agricole in aree modestamente abitate

Il territorio comunale presenta sia un tessuto industriale in embrione sia un tessuto agricolo e una superficie attraversata dalle strade principali di collegamento (S.P. e S.S.) nonché da:

- vie secondarie pubbliche in zone poco abitate;
- vie secondarie private, anche non asfaltate, che conducono alle aziende agricole presenti sul territorio.

Le suddette vie devono essere caratterizzate da un'illuminazione ridotta, sia che un giorno si provveda ad illuminarle o che si debba rifare l'illuminazione attuale, in quanto:

- la conformazione del territorio comunale, scoraggia fortemente l'installazione di illuminazione nelle strade extraurbane; il traffico ordinario notturno di tali vie è assolutamente trascurabile (al di sotto di 40 auto l'ora) ed i costi dell'illuminazione e manutenzione risulterebbero non commisurati agli effettivi benefici.

g.1 Illuminazione privata

Una particolare attenzione dovrà essere posta nella verifica dell'illuminazione privata di: capannoni artigianali e industriali, aziende agricole, residenze private. Infatti, per quanto riscontrato nei rilievi necessari nella stesura del P.I.C., si fa spesso utilizzo in queste entità di un uso inappropriato delle fonti di luce con gravi ripercussioni ambientali anche a notevoli distanze.

La giustificabile esigenza di salvaguardia della sensazione di sicurezza deve opportunamente essere controllata e coordinata dal piano secondo rigorose metodologie tecnologiche che assicurano una corretta illuminazione di sicurezza e presidio del territorio.

In effetti, la maggior parte di tali installazioni è costituita da proiettori simmetrici ed asimmetrici mal orientati, posti su supporti o a parete e di potenze troppo elevate rispetto alle necessarie esigenze.

In particolare potrebbe essere talvolta sufficiente un intervento di riorientamento di tali proiettori e di utilizzo di appositi schermi ed alette frangiluce per colmare i gravi scompensi che un'illuminazione incontrollata provoca:

dall'inevitabile inquinamento luminoso, a situazioni di forti abbagliamenti e fastidio visivo, di controluce e zone d'ombra indesiderate e fonti di evidenti situazioni di pericolo anche per la circolazione stradale.

Ove richiesta un' illuminazione prettamente di sicurezza si preferisca l'utilizzo di sensori di movimento abbinati ad i apparecchi dotati di lampade ad accensione immediata (incandescenza ad alogeni o fluorescenti compatte). Tali sistemi che sono sempre più diffusi, hanno un basso impatto ambientale e consentono un notevole risparmio per i ridotti tempi di accensione. La salvaguardia della sicurezza ed il controllo dell'illuminazione in piccole realtà isolate del territorio sono applicazioni ideali dei sensori di movimento.

g.2 Illuminazione pubblica

Per la necessità per questioni di sicurezza stradale di porre in rilievo elementi di tali vie (curve pericolose, dune, il tracciato, incroci, etc.) sono preferibili sistemi di segnalazione passivi (quali catarifrangenti e fish-eyes) o attivi (a LED fissi o intermittenti, indicatori di prossimità, linee di luce, etc.).

Tali sistemi molto meno invasivi di impianti d'illuminazione propriamente detti sono, di fatto, molto più efficaci in caso di condizioni di scarsa visibilità. Tale direttiva procedurale è di estrema importanza anche a sostegno dell'illuminazione di strade principali già illuminate in quanto è dimostrato che sistemi di segnalazione di questo tipo aumentano anche del 100% la percezione a distanza di situazioni di pericolo rispetto ad un'illuminazione tradizionale che ha un ruolo invece fondamentale per evidenziare le forme nel centro abitato.

h. Aree specifiche: aree verdi, giardini e parchi urbani

Nel territorio comunale si trovano aree adibite a verde ricreativo e quelle esistenti generalmente adottano, per l'illuminazione, apparecchi del tipo a sfera, quindi non conformi alla Del. G.R. 48/31 del 29/11/2007. La scelta per la creazione di nuove aree verdi in questo caso deve cadere su apparecchi che ne permettano la corretta fruibilità nelle fasce diurne a ridosso del crepuscolo ed allo stesso tempo, non turbino le aree abitate circostanti.

Deve quindi essere salvaguardata la sicurezza dell'area verde nelle ore notturne, evitando fenomeni di forti gradienti di luce, abbagliamenti ed aree contigue di forte discontinuità del flusso luminoso alternate con fasce d'ombra.

Per quanto concerne l'illuminazione dedicata alle aree verdi essa è fortemente caratterizzata dalla sua estensione, per tale ulteriore motivo nel P.I.C. si suggerisce l'identificazione di una tipologia di illuminazione univoca, in grado di essere funzionale ai vialetti ed ai percorsi pedonali che caratterizzano i giardini pubblici esistenti o da realizzarsi.

Per tali aree omogenee, si suggerisce l'installazione di apparecchi decorativi, con ottica full cut-off, su palo di altezza massima di 4,5-5 m che, in caso di adeguamento, possa sostituire tutti gli apparecchi attualmente dislocati non più a norma secondo i dettami delle Linee Guida o, in caso di nuovo impianto, che possano regalare a tali aree un'adeguata fruibilità degli spazi. Il colore predominante di parchi, giardini e viali alberati è il verde, che risulta particolarmente apprezzabile se illuminato con sorgenti attorno ai (3000K) tale situazione però si scontra con altri fattori importanti legati alla necessità di utilizzare limitate potenze delle sorgenti luminose ed all'impatto dell'illuminazione sul territorio in termini di fotosensibilità delle piante. Un'adeguata soluzione futura per il Comune potrebbe essere quella di identificare se l'area è accessibile e fruibile durante gli orari notturni ed in tal caso prevedere un'illuminazione non solo di sicurezza ma che meglio valorizza la fruizione degli spazi verdi notturni.

Le esigenze future di efficienza degli impianti e di qualità della luce si scontrano con quelle che hanno portato ad un utilizzo inappropriato in passato di corpi diffondenti tipo a sfera. In linea di massima possono essere identificate le seguenti linee guida future:

giardini/parchi di piccole/medie dimensioni di passaggio lungo vie principali o con orari di accesso limitati solo alle ore diurne - serali: Utilizzare apparecchi illuminanti schermati, con altezze massime sino a 5 metri, e sorgenti luminose tipo sodio alta pressione bassa potenza (50-70W);

parchetti di piccole/medie dimensioni dedicati, aperti e di passaggio: Utilizzare apparecchi illuminanti schermati, con altezze sino a massimo 6 metri, e sorgenti luminose tipo: sodio alta pressione bassa potenza (50-70W), oppure a fluorescenza compatta con temperature di (3000K) oppure miste per viali e aree verdi ottimizzando i fattori di utilizzazione. Una soluzione alternativa ottimale anche in termini di resa cromatica ed efficienza è l'utilizzo di sorgenti agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienze superiori a 90lm/W (il cui flusso luminoso può essere regolato l pari delle sorgenti al sodio alta pressione) e potenze limitate di 20-35W;

parchi di medio/grandi dimensioni, di aggregazione anche di attività ricreative ed accesso illimitato: Utilizzare apparecchi illuminanti totalmente schermati, con altezze sino a massimo 6 metri, e sorgenti luminose tipo sodio alta pressione bassa potenza (50-70W), o analoghe con temperature di colore più freddo a che massimizzano i fattori di utilizzazione e, nel caso di sorgenti a ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienze superiori a 90lm/W e con flusso luminoso regolabile. Un'illuminazione mista per parchi e pedonali potrebbe essere una soluzione anche di movimento del colore e di salvaguardia del verde pubblico. Spesso l'illuminazione può essere integrata con proiettori di limitate potenze (max 70- 100W) di tipo asimmetrico posti orizzontali per specifici ambiti ricreativi o che vengono utilizzati saltuariamente per manifestazioni pubbliche. Tali sistemi ovviamente devono essere dotati di interruttori separati. Si sconsiglia in futuro per nuovi parchi pubblici di grandi dimensioni di utilizzare sistemi d'illuminazione del tipo a torre faro e sistemi d'illuminazione stradali posti su alti sostegni (12 metri) per l'elevato impatto ambientale e la notevole invasività del territorio. In tal caso scegliere soluzioni che prevedono:

- apparecchi ad alta efficienza di tipo proiettori asimmetrici ad elevata simmetria per contenere per quanto possibile l'altezza dei sostegni entro i 12 metri totalmente schermati, installati orizzontali, in modo da ridurre al minimo l'impatto sul territorio;
- lampade con rese cromatiche e colore più caldo quali lampade a sodio alta pressione, in quanto insistono sulle intere aree verdi. Queste ultime contengono l'impatto ambientale e la fotosensibilità delle aree verdi.

La scelta progettuale deve comunque privilegiare una soluzione soft, che eviti abbagliamenti e renda gradevole e sicura la permanenza e l'utilizzo del parco anche a ridosso delle ore notturne preferendo quindi l'illuminazione specifica di vialetti e di aree ricreative piuttosto che appiattita senza soluzione di continuità ed indiscriminatamente diffusa ovunque. Evitare

l'illuminazione d'accento di alberi e cespugli dal basso verso l'alto anche e soprattutto con sistemi ad incasso che ha solamente valore scenico ma non è ammessa dalle Linee Guida Regionali.

Progetto illuminotecnico.

La progettazione illuminotecnica dovrà essere fatto utilizzando le linee guida progettuali qui indicate e di cui ai precedenti capitoli. Nei progetti sotto riportati è stata valutata la superficie massima che può essere coperta da un corpo illuminante a fotometria simmetrica circolare posto al centro di ciascuna superficie quadrata. In linea di massima si può calcolare il numero di corpi illuminanti da utilizzarsi per illuminare una determinata superficie semplicemente coprendo tale superficie con le singole superfici di pertinenza del corpo illuminante prescelto per una determinata lampada e classificazione. La valutazione è assolutamente indicativa per mostrare come si possa conseguire una sufficiente ottimizzazione dei punti luce e del fattore di utilizzazione per un confronto con eventuali futuri progetti presentati all'Amministrazione Comunale.

AREE VERDI, GIARDINI, PARCHI

PIAZZA – AREE PEDONALI - PARCHEGGI

CLASSE	Altezza sostegno [m]	Tipo Lampada e Potenza	Superficie (l1xl2) per ogni punto luce	m2 per ogni p.to luce [m2]	Potenza al metro quadrato [W/m2]	Emedio [lx]	Emin [lx]
S1	4	35W CDM	9.5 x 9.5	90,25	0,39	17	5,9
S1	5	35W CDM	9.5 x 9.5	90,25	0,39	15	6,1
S1	6	35W CDM	9 x 9	81	0,43	15	5,9
S2	5	35W CDM	11,5 x 11,5	132,25	9,26	11	4,7
S2	6	35W CDM	11 x 11	121	0,28	11	4,8
S3	5	35W CDM	13,5 x 13,5	182,25	0,19	9,1	1,8
S3	6	70W SAP	14 x 14	196	0,17	7,5	3,1
S1	6	70W SAP	14 x 14	196	0,35	15	6,6
S1	5	70W SAP	13,5 x 13,5	182,25	0,38	18	5,1
S2	6	70W SAP	17 x 17	289	0,24	11	3,3
S2	5	70W SAP	15,5 x 15,5	240,25	0,29	13	3
S3	6	70W SAP	18 x 18	324	0,21	9	1,76

a) Applicazioni specifiche: Impianti sportivi

Come evidenziato nei precedenti capitoli è presenti sul territorio comunale un impianto di ricreazione sportiva.

Il tipo d'illuminazione richiesta da tali spazi ricreativi ha sicuramente, se mal realizzata, un contributo notevole all'aumento dell'inquinamento luminoso in tutte le sue forme, bisogna adottare particolari cure ed attenzione nell'illuminazione prevedendola solo quando funzionale alle attività sportive e solo quando affettivamente necessaria. Queste indicazioni unitamente alla variazione dell'inclinazione per quanto possibile, ed all'inserimento di appositi schermi che indirizzino il flusso luminoso sul campo sportivo sono sicuramente i primi provvedimenti da adottare per contenere il flusso luminoso all'interno dell'area a cui è funzionalmente dedicato per evitare fenomeni di fastidiosa intrusività, abbagliante e di dispersione di flusso luminoso anche verso l'alto.

Quando sarà necessario rifare un impianto d'illuminazione o fare nuovi impianti d'illuminazione sportivi, seguire le linee guida progettuali di seguito riportate e le linee guida di cui al precedente capitolo 5.

b) Applicazioni specifiche: Percorsi a traffico prevalentemente pedonale a carattere locale

Le vie locali e di quartiere urbane, prevalentemente ad uso pedonale, a traffico limitato o chiuse al traffico, poste al di fuori del centro storico e culturale del Comune, di nessuna importanza culturale e/o ricreativa ma con obbiettivi principalmente di sicurezza, devono essere realizzate con una illuminazione che permetta la percezione visiva del territorio in modo adeguato.

Progetto illuminotecnico La progettazione illuminotecnica dovrà essere fatta utilizzando gli illuminamenti e le linee guida progettuali di cui ai precedenti capitoli 4 e 5.

c) Applicazioni specifiche: strade e piazze a traffico prevalentemente pedonale e aree di aggregazione e ricreazione

Tali aree oltre ad avere una loro specifica identità, anche storica, necessitano una particolare cura per una fruibilità da parte della comunità anche nelle ore notturne e per una possibile riqualificazione dei tracciati storici, delle piazze più frequentate e importanti da valorizzare. Seguono le schede delle 3 tipologie più comuni:

Sono identificate alcune tipologie di installazioni utilizzabili in tali ambiti che si illustrano brevemente senza però sovrapporsi alla successiva proposta di riqualificazione dei principali centri:

- per tracciati stretti fra le case del centro cittadino: si suggerisce l'utilizzo di apparecchi sottogronda del tipo a proiettori con ottica asimmetrica completamente schermata posta con vetro piano orizzontale. Tali apparecchi si adattano alla continuità morfologico - architettonica del tessuto edilizio e meglio si perdono nei dettagli visivi che determinano una demarcazione luminosa degli edifici che si affacciano sul tratto viario. In questo caso a seconda dei colori degli edifici e del tracciato viario pedonale e stradale secondario. Le sorgenti utilizzate saranno quelle a maggiore resa cromatica equipaggiate con lampade a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: Ra=25-65, e temperatura di colore pari a 2150K, e ove necessario completate con sorgenti ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico, temperatura di colore di 3000K e resa cromatica Ra=83, che garantiscono un'elevata percezione del colore. La scelta di integrazione di illuminazione mista che dovrà essere opportunamente integrata in un progetto illuminotecnico dedicato, si propone di migliorare l'effetto scenico di un'illuminazione solo al sodio, e quindi troppo calda per le esigenze di tipo aggregativo o viceversa troppo brillante e fredda di sorgenti agli alogenuri, con il rischio di meglio simulare l'ambiente diurno ed allo stesso tempo di alterare la percezione della notte, dei suoi colori e di una meno artificiale ed "artificiosa" ambientazione degli scorci e percorsi storici che si snodano attraverso il tessuto cittadino;
- per tracciati misti, prevalentemente pedonali: si suggeriscono di apparecchi d'arredo anticati o anche moderni, che meglio si adattino alla conformazione del territorio e del tessuto urbano in cui vengono inseriti. In particolare le sorgenti che rendono più gradevole la percezione del territorio sono certamente le sorgenti ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico di nuova generazione e ad efficienza migliorata, con temperatura di colore di 3000K e resa cromatica Ra=83, che garantiscono un'elevata percezione del colore e dell'ambiente in cui sono inserite. Le potenze delle sorgenti luminose saranno commisurate al conseguimento dei parametri illuminotecnici che rispettano le norme vigenti e comunque risulterà fondamentale l'utilizzo di apparecchi, d'arredo che permettano di conseguire, elevate performance illuminotecniche e minore potenza installata.

d) Aree specifiche: Evidenze storiche culturali ed artistiche

Le linee guida da utilizzarsi in tali ambiti e per queste applicazioni sono già stati definiti nel precedente capitolo.

e) Applicazioni specifiche: Piste ciclabili

Le piste ciclabili non sono diffuse sul territorio comunale, tuttavia sono certamente un elemento qualificante del territorio stesso in quanto permettono la sua fruibilità in tutti gli orari e per ogni esigenza permettendo una maggiore sicurezza e qualità anche al traffico non motorizzato. Sebbene l'illuminazione delle piste ciclabili non sia obbligatoria, si indicheranno di seguito le linee guida per una corretta illuminazione e progettazione delle medesime.

Progetto illuminotecnico

Progetti illuminotecnici che permettono di conseguire i requisiti minimi sopra illustrati. I presenti progetti guida hanno lo scopo di illustrare i risultati minimi accettabili ai fini della conformità al Piano dell'illuminazione conseguibili in applicazioni di codesto tipo e compatibili con lo stato dell'arte.

PISTE CICLABILI

CLASSI DI PROGETTO: S1, S2, S3									
Classe	Sorgente [W]	Larg. Strada [m]	Altezza Sostegni [m]	Avanza-mento [m]	Tilt [°]	Interdistanza [m]	Rapporto I/h	Emedio [lx]	Emin [lx]
S1	SAP 70W	2	5	0	0	27.5	5.5	17	8
S1	SAP 70W	2	4	0	0	24	6	16	6
S2	SAP 70W	2	5	0	0	30	6	12	5
S2	SAP 70W	2	4	0	0	26	6.5	11	4
S3	SAP 50W	2	5	0	0	35	7	8	2
S3	SAP 50W	2	4	0	0	30	7.5	8	1.7

n. Applicazioni specifiche: Parcheggi

L'illuminazione dei parcheggi deve adeguarsi alle dimensioni ed al contesto in cui sono inseriti. Per questo stesso motivo è necessario distinguere e suddividere i contesti da illuminare identificando delle linee guida univoche per ciascun contesto:

- parcheggi lungo strade a traffico veicolare motorizzato: L'illuminazione deve integrarsi con continuità con quella della strada lungo cui è posto il parcheggio ed analogamente i corpi illuminanti saranno della stessa tipologia di quelli stradali e posti sugli stessi sostegni di analoga altezza. Prevedere eventualmente l'inserimento di sbracci per compensare gli arretramenti;
- parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in un ambito cittadino da valorizzare: in questo caso la scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni decorativi e di design senza trascurare l'efficienza dell'impianto e con caratteristiche che si integrano con un contesto di valorizzazione urbana in cui si trovano. I sostegni devono aver altezze comprese fa 4 e 6 metri;
- parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in un ambito cittadino: La scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni utilizzati per applicazioni prettamente stradali. I sostegni devono aver altezze comprese non superiori a 8 metri per evitare fenomeni di luce intrusiva nel contesto in cui sono inseriti;
- parcheggi di medio/grandi dimensioni urbani o extraurbani: Per impianti di medio grandi dimensioni utilizzare sistemi illuminanti posti su sostegni di altezza sino a 10-12 metri con corpi Illuminanti tipo stradale o proiettori asimmetrici disposti con vetro piano orizzontale. Per quanto possibile contenere le potenze al di sotto di 150W;
- parcheggi di grandi dimensioni urbani o extraurbani. In parcheggi di questo tipo valutare l`opportunità di installare torri faro con proiettori asimmetrici ad elevata asimmetria trasversale per ridurre le altezze (soprattutto se in ambito urbano). Evitare comunque per quanto possibile tali tipologie illuminanti se il fattore di utilizzazione non è superiore almeno a 0.5.

Progetto illuminotecnico
La progettazione illuminotecnica dovrà essere fatto utilizzando le linee guida.

PARCHEGGI

Classe	Dimensioni	Altezza Sostegni	Tipo Lampada	Potenza Spec. [W/m2]	N° posti Parcheggio	Emedio [lx]	Emin [lx]
S1	15 x 9	7	70W SAP	0,39	6	15	5,1
S2	20 x 9	7	70W SAP	0,39	8	12	3,2
S3	25 x 9	8	70W SAP	0,31	10	8,7	2,2
S1	20 x 9	10	100W SAP	0,55	8	16	5,2
S2	25 x 9	10	100W SAP	0,44	10	12,5	3,7
S1	20 x 9	11	150W SAP	0,83	8	15,4	5,1
S2	30 x 9	11	150W SAP	0,55	12	12,3	3,5

o. Applicazioni specifiche: rotatorie

Sul territorio comunale attualmente esistono diverse rotatorie illuminate con diverse tipologie di disposizione dei corpi illuminanti. L'utilizzo di ciascuna tipologia di illuminazione è subordinato a precise scelte illuminotecniche che possiamo come di seguito distinguere:

o.1 Corpi illuminanti all'interno della rotatoria

Permette una corretta percezione dell'ostacolo, se non aiutato con un'illuminazione di "immissione" nella rotatoria possono esserci problemi di percezione degli ostacoli soprattutto per il contrasto e fenomeno di controluce che crea rispetto agli altri sistemi. Sconsigliata in ambito urbano, soprattutto se costituita da torri faro che hanno bassi fattori di utilizzazione, alte potenze installate ed un elevato impatto ambientale e visivo, inoltre devono essere dotate di adeguate vie luminose di immissione nella rotatoria.

o.2 Corpi illuminanti esterni alla rotatoria

Soluzione tradizionale con corpi illuminanti posti lungo la circonferenza esterna della rotatoria. Potenze installate contenute ma minore percezione degli ostacoli soprattutto su strade ad alta velocità.

o.3 Corpi illuminanti esterni alla rotatoria in controflusso

Soluzione molto efficace in quanto la luce "segue" sempre l'autista che si immette, percorre e esce dalla rotatoria, senza che mai interferire con la visione dell'autista medesimo.

o.4 Condizioni progettuali minime

Apparecchi tipo

Totalmente schermato, con ottica asimmetrica (sia che trattasi di apparecchio stradale o proiettore).

Sostegni tipo

Preesistenti (verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza) oppure in caso di nuovi sostegni, o in caso di nuove installazioni, utilizzare sostegni con altezze dedicate all'applicazione da 8 a 13 metri per apparecchi tradizionali maggiori per torri faro.

Sorgente luminosa

Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: Ra=25, e temperatura di colore pari a 1950K. Potenze installate per singolo apparecchio le minori possibili compatibilmente con il tipo di impianto, le dimensioni della rotatoria e la classificazione della medesima.

Parametri di progetto

Utilizzare i valori minimi di progetto di illuminamento previsti dalla norma UNI 11248 e EN13201 - Classe CE per la classe identificata come indicato al precedente capitolo 4.

Ottimizzazione impianto (solo per rifacimento integrale impianto).

Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e rapporti interdistanze altezze minime pari almeno a 3,7 volte.

Riduzione del flusso

Obbligatoria.

Progetto illuminotecnico

Progetti illuminotecnici che permettono di conseguire i requisiti minimi sopra illustrati. I presenti progetti guida hanno lo scopo di illustrare i risultati minimi accettabili ai fini della conformità al Piano dell'illuminazione conseguibili in applicazioni di codesto tipo e compatibili con lo stato dell'arte.

o.5 Minirotatorie D= 20m - 24m

In area urbana vengono generalmente progettate rotatorie con raggio esterno massimo di 12m, con isola centrale sormontabile.

Queste vengono classificate come minirotatorie, installate solo in area urbana, con limite di velocità di 50 km/h, dove si ha una percentuale di mezzi pesanti ridotta (max 5%); nella loro realizzazione si dovrà prevedere un'isola centrale visibile, utilizzando vernice bianca retroriflettente e una marcatura perimetrale discontinua.

In tale ambito la rotatoria si inserisce sia come intersezione a raso sia come arredo urbano, il cui scopo è si di facilitare i cambi di direzione e limitare la velocità dei veicoli ma anche di valorizzare l'ambiente in cui viene installata.

Quindi non è richiesta un'eccessiva illuminazione della superficie stradale ed è preferibile un impianto di illuminazione periferico che lasci libera l'area centrale per eventuali arredi urbani estetici e permettendo un eventuale utilizzo di tale impianto anche per un percorso pedonale esterno alla rotatoria stessa, e hanno, vantaggi di manutenzione.

Le piccole dimensioni della rotatoria, inoltre, suggeriscono che lasciando libera l'area centrale si facilita l'eventuale transito di mezzi pesanti. Da un punto di vista illuminotecnico, seguendo le indicazioni della norma UNI EN13201 queste intersezioni di classe C3, prevedono un illuminamento medio compreso tra i 15 lx e i 20 lx.

Minirotatorie D = 20m – 24m

Classe CE3							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
20	Periferico	100	3	9	0,45	1,1	16
21	Periferico	100	3	9	0,40	1,0	16
22	Periferico	100	3	9	0,40	1,0	15
23	Periferico	150	3	10	0,45	1,1	18
24	Periferico	150	3	10	0,45	1,1	17

o.6

Rotatorie compatte con isola centrale semisormontabile D= 25m - 30m

Il campo di applicazione di tali rotatorie può essere sia urbano che extraurbano.

o.7 Rotatorie compatte con isola centrale non semisormontabile D= 31m - 38m

Considerando un'installazione in zona extraurbana, osservando le stesse normative dei casi precedenti, l'intersezione viene ancora classificata di classe C1- C2; si cercano dunque soluzioni che garantiscano una luminanza di 1,5 cd/m2, un'uniformità di 0,4 e un illuminamento medio compreso tra i 20lx e i 30lx.

Valgono anche in questo caso le considerazioni fatte per le rotatorie di diametro compreso tra i 25m e i 30m; si osserva infatti che un impianto periferico necessita di altezze minori per avere la medesima luminanza media. Le installazioni ottimali anche da un punto di vista economico sono:

Rotatorie Compatte con isola centrale non sormontabile D = 31m – 38m

Classe CE2-CE1							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
31	C	400	3	11	0,40	1,5	37
32	C	400	4	14	0,63	1,6	43
33	C	400	4	12	0,60	1,6	41
34	C	400	4	12	0,56	1,6	41
35	C	400	4	11	0,53	1,5	37
36	C	400	4	11	0,53	1,5	36
37	P	400	4	13	0,47	1,5	32
38	P	400	4	12	0,47	1,5	32

p. Applicazioni specifiche: Passaggi pedonali

L'illuminazione dedicata dei passaggi pedonali non è una consuetudine applicabile ovunque, ma trova alcuni contesti ove risulti particolarmente consigliata:

- ? lungo strade ad alto traffico e velocità superiori a 50km/h in presenza di possibili elevati afflussi pedonali notturni
- (es. tipico locale notturno lungo strada grande traffico con parcheggio sul lato opposto della strada);
- ? nei centri abitati lungo vie di traffico importanti e possibili flussi pedonali;
- ? in zone dove sono possibili dei flussi di traffico pedonale in assenza di una illuminazione stradale che aumenti la percezione degli ostacoli sul tracciato pedonale.

La convenienza nell'utilizzo di tali sistemi ovviamente deve essere valutata singolarmente.

p.1 Condizioni progettuali minime

Apparecchi tipo

Totalmente schermati, con ottica fortemente asimmetrica in senso trasversale e preferibilmente dedicata a tali applicazioni.

Sostegni tipo

Preesistenti (verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza) oppure in caso di nuovi sostegni, o in caso di nuove installazioni, utilizzare sostegni che permettano al flusso fuoriuscente dall'apparecchio di coprire trasversalmente la larghezza della strada ad un'altezza di 2 metri con altezze dell'apparecchio comprese fra 5 e 8 metri da terra.

Sorgente luminosa

Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: Ra=25, e temperatura di colore pari a 1950K. Potenze installate commisurate all'esigenza di conseguire adeguati illuminamenti verticali.

Parametri di progetto

Utilizzare i valori minimi di progetto di illuminamento previsti dalla norma EN13201-2 – Classe EV per la classe identificata come indicato al precedente capitolo 4.

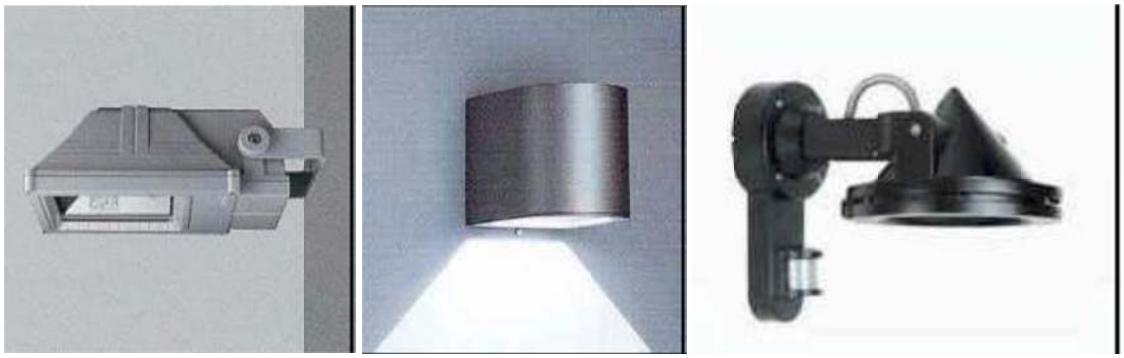
Ottimizzazione impianto (solo per rifacimento integrale impianto).

Utilizzare apparecchi che permettano di conseguire gli stessi risultati con le minori potenze installate.

Riduzione del flusso

Obbligatori collegando l'impianto all'impianto d'illuminazione stradale presente.

q. Applicazioni specifiche: Impianti d'illuminazione privata e residenziale

Per quanto riguarda un maggiore controllo di tale illuminazione si invita ad adottare le integrazioni al regolamento edilizio già suggerite. In ambiti di modesta entità quasi sempre è sufficiente la dichiarazione di conformità dell'installatore in quanto gli impianti residenziali possono quasi sempre essere fatti rientrare nelle deroghe dal progetto illuminotecnico.

Apparecchi a parete