

REGIONE
PIEMONTE



LINEE GUIDA

*per la limitazione dell'inquinamento luminoso
e del consumo energetico*





Le Linee Guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico sono state redatte nell'ambito del Contratto di ricerca tra Politecnico di Torino – Dipartimento di Energetica e Regione Piemonte – Settore programmazione e risparmio in materia energetica relativo allo studio volto all'attuazione della L.R. 24/03/00, n. 31 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche".

Torino, novembre

Premessa.....	P.5
---------------	-----

SEZIONE I

1. Cosa si intende per inquinamento luminoso?	P.6
2. Fonti di inquinamento luminoso	P.8
3. Inquinamento luminoso e ambiti di illuminazione di esterni.....	P.11
4. Inquinamento luminoso, risparmio energetico e qualità della luce.....	P.13
5. Inquinamento luminoso e disturbi all’osservazione astronomica.....	P.15
6. Inquinamento luminoso ed effetti sull’ambiente naturale.....	P.18

SEZIONE II

1. La situazione legislativa e normativa in ambito nazionale e regionale.....	P.20
2. L.R. Regione Piemonte 24 marzo 2000, n° 31, <i>“Disposizioni per la prevenzione e lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche ”</i>	P.23
3. Norma UNI 10819 - <i>“Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”</i> , 1999.....	P.26
4. Raccomandazione CIE 126-1997 <i>“Guidelines for minimizing sky-glow”</i>	P.30

SEZIONE III

1. Individuazione delle aree a maggiore sensibilità all’inquinamento luminoso sul territorio piemontese	P.32
---	------

2.	Definizione delle zone di pertinenza sul territorio regionale.....	P.35
3.	Prescrizioni per la limitazione dell'inquinamento luminoso.....	P.37
4.	Allegato A.....	P.63
5.	Allegato B.....	P.64

SEZIONE IV

1.	1. Criteri e iter progettuali	P.68
2.	2. Tecnologie per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico.....	P.71
	2.1 Prestazioni delle sorgenti luminose.....	P.72
	2.2 Prestazioni degli apparecchi di illuminazione.....	P.96
	2.3 Prestazioni degli impianti di illuminazione.....	P.110
	2.4 Prestazioni dei dispositivi di gestione e controllo.....	P.116
3.	3. Strategie per il controllo dell'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche.....	P.120
	3.1. Temporizzazione e riduzione del flusso luminoso.....	P.121
	3.2. P.R.I.C. (Piano Regolatore dell'Illuminazione comunale)	P.122

APPENDICE

1.	Glossario.....	P.125
2.	Riferimenti bibliografici.....	P.138

PREMESSA

Le Linee Guida che vengono proposte hanno lo scopo di fornire indicazioni di orientamento, nonché criteri e riferimenti per una corretta progettazione degli impianti di illuminazione esterna in conformità a quanto previsto dalla Legge Regionale del Piemonte del 24/03/2000, n°31 *“Disposizioni per la prevenzione e lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”*.

Il campo di applicazione comprende i settori dell’illuminazione pubblica, stradale e decorativa, e può essere esteso all’illuminazione esterna del settore privato.

La metodologia proposta considera il progetto della luce quale strumento integrato a livello urbanistico e assume quali obiettivi prioritari da conseguire:

- ***la riduzione dell’inquinamento luminoso;***
- ***la sostenibilità ambientale;***
- ***il risparmio energetico;***
- ***la qualità della luce;***

Le Linee Guida sono articolate in quattro sezioni e una appendice:

- ✓ la *prima sezione* si configura come supporto conoscitivo, attraverso l’analisi del concetto di inquinamento luminoso alla luce dei quattro obiettivi assunti: riduzione dell’inquinamento luminoso, sostenibilità ambientale, risparmio energetico e qualità della luce;
- ✓ la *seconda sezione* presenta la legislazione e la normativa tecnica in tema di inquinamento luminoso;
- ✓ la *terza sezione* descrive la situazione in Piemonte attraverso la definizione delle aree a maggiore sensibilità all’inquinamento luminoso individuate sul territorio regionale, alle relative zone di pertinenza e ai valori di soglia;
- ✓ la *quarta sezione* definisce alcuni criteri progettuali per l’illuminazione di ambienti esterni coerenti per conseguire gli obiettivi assunti e analizza le soluzioni tecnologiche e le strategie di gestione disponibili, predisponendo una serie di schede tecniche;
- ✓ l’*appendice* riporta un glossario e i riferimenti bibliografici essenziali.

SEZIONE I

1. COSA SI INTENDE PER INQUINAMENTO LUMINOSO?

E' indubbio che le osservazioni astronomiche siano disturbate dalla luce emanata dagli impianti esterni di illuminazione. Una parte di questa luce è dispersa nell'atmosfera, generando una sorta di alone luminoso denominato "sky-glow" (CIE 126/1997 - Guidelines for minimizing skyglow).

Più precisamente lo sky-glow viene suddiviso in due componenti:

- ✓ sky-glow naturale: attribuibile alla radiazione dei corpi celesti e ai processi di rifrazione luminosa nella parte più alta dell'atmosfera terrestre (lo sky-glow naturale ha un valore che corrisponde all'incirca a $3.52 \cdot 10^{-4}$ cd/m²);
- ✓ sky-glow artificiale: attribuibile alla radiazione delle sorgenti, cioè l'illuminazione artificiale di esterni creata dall'uomo, inclusa la radiazione emessa direttamente verso la volta celeste e quella riflessa dalla superficie terrestre.

L' incremento dello sky-glow generato dall'uomo è comunemente denominato "inquinamento luminoso".

La letteratura scientifico-astronomica definisce inquinamento luminoso come alterazione della quantità naturale di luce presente nell'ambiente notturno dovuto ad immissione di luce artificiale prodotta da attività umane.

Da un punto di vista illuminotecnico considerare come inquinante qualsiasi immissione di luce artificiale che modifichi la naturale luminosità del cielo non è accettabile in quanto non si considerano le esigenze funzionali e di sicurezza di illuminazione degli spazi esterni.

Da un punto di vista tecnico, si può considerare inquinamento luminoso *"ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, verso la volta celeste"*¹.

E' evidente che occorre considerare globalmente tutti gli aspetti, in particolare:

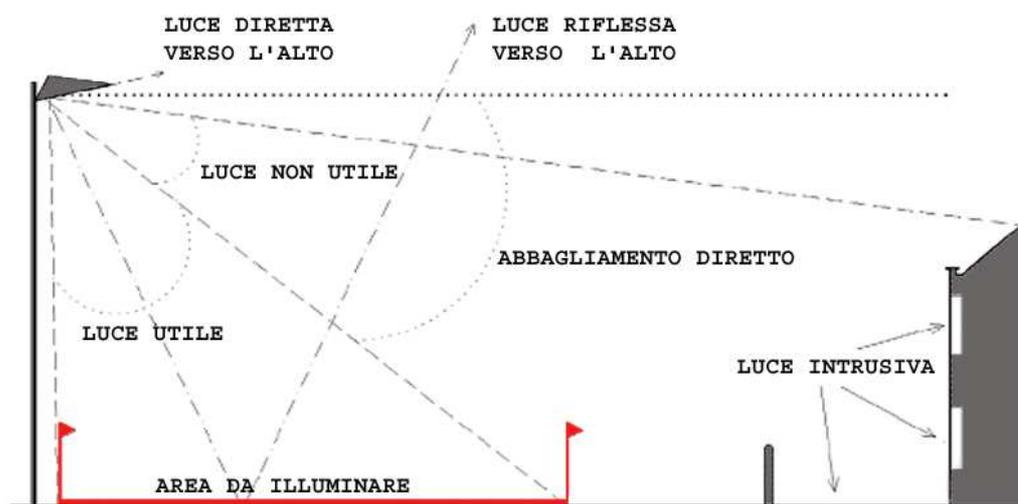
- è necessaria una progettazione coerente della luce artificiale; per non essere fonte di inquinamento, la luce deve illuminare le zone per cui viene prevista, evitando di irradiare le aree limitrofe dove l'illuminazione non è richiesta, tra cui, ad esempio, la volta celeste;

- le esigenze connesse alla limitazione dell'inquinamento luminoso devono essere confrontate e correlate alle esigenze di funzionalità e fruibilità degli spazi e dei luoghi, soprattutto in ambito urbano.

¹Legge Regionale del Piemonte del 24/03/2000, n°31 *“Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”* - art. 2, comma 1.

2. FONTI DI INQUINAMENTO LUMINOSO

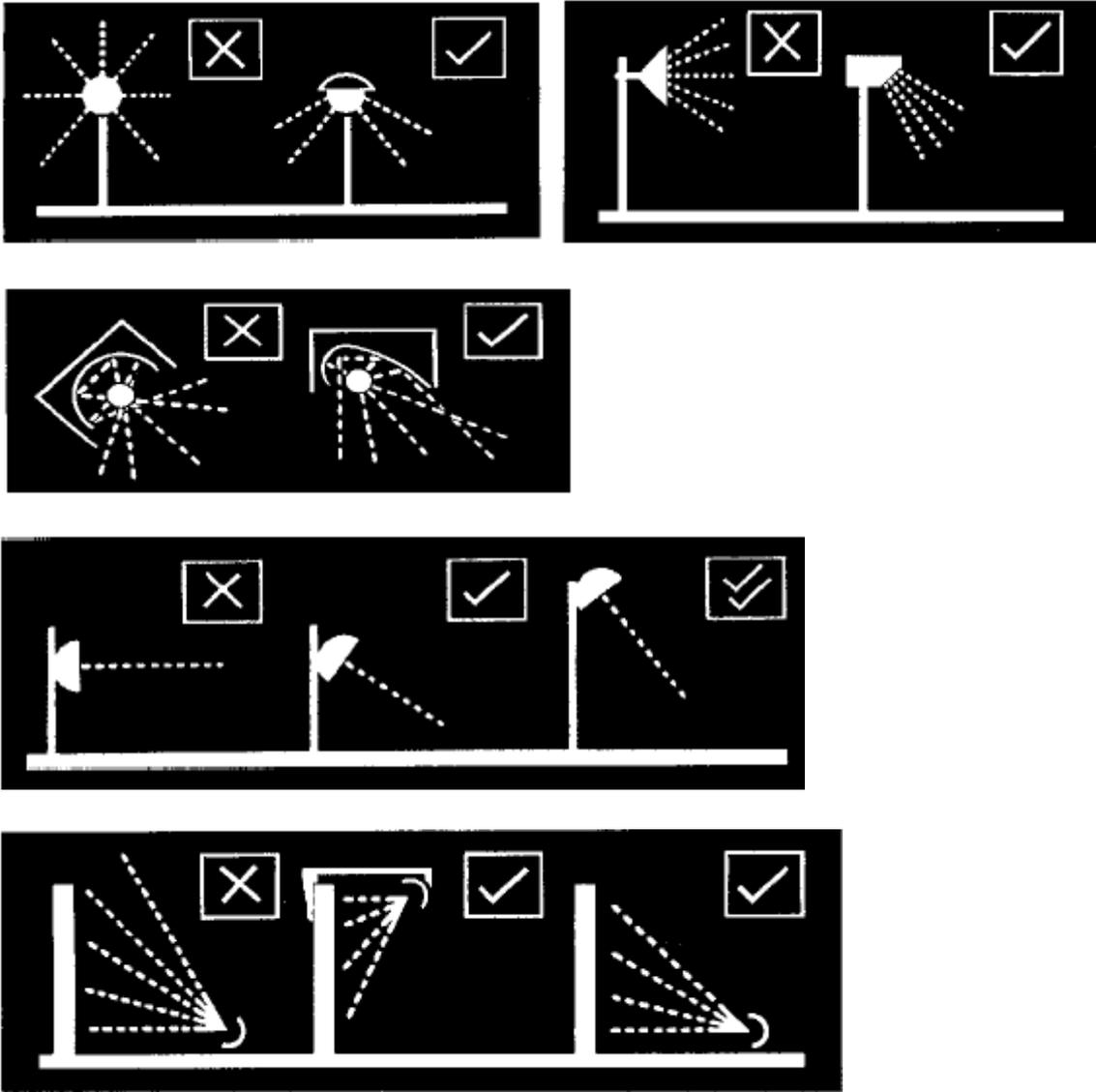
L'inquinamento luminoso è il risultato della luce diretta verso la volta celeste e della riflessione della radiazione luminosa da parte delle superfici verso la volta celeste. Normalmente è il risultato di un progetto illuminotecnico non correttamente concepito e realizzato, ma occorre anche considerare i casi in cui la luce è rivolta verso la volta celeste con uno scopo (illuminazione decorativa) o quando la luce è ben direzionata su un oggetto, ma riflessa in gran parte da esso.



L'inquinamento luminoso può essere considerato il risultato di tre componenti:

1) Irraggiamento diretto verso la volta celeste: ogni apparecchio di illuminazione è composto da un sistema ottico che ha lo scopo di convogliare il flusso di luce della sorgente luminosa nella direzione richiesta; il sistema ottico è, dunque, il responsabile dell'eventuale dispersione di luce.

Questa quota di emissione direttamente verso l'alto non è presente in tutti i tipi di apparecchi, anzi è possibile eliminarla in quanto la sua entità dipende unicamente dal sistema ottico utilizzato. Di seguito si riportano alcuni esempi di come la corretta scelta dell'apparecchio o il suo corretto posizionamento possano influire sulla riduzione dell'emissione di luce rivolta direttamente verso la volta celeste.



fonte: CIE 126/1997, Appendice 1 - "Guidance notes for the reduction of light pollution"

2) Diffusione della luce emessa dall'atmosfera nel percorso lampada- superficie da illuminare: le particelle di polvere e gli aerosol in sospensione, presenti nella bassa atmosfera, sono responsabili della diffusione della luce; maggiore sarà lo spessore di atmosfera attraversato, ad esempio in corrispondenza di angoli di emissione

prossimi all'orizzontale, maggiore sarà l'interazione tra luce e particelle in sospensione e quindi la diffusione.

3) Riflessione e diffusione da parte delle superfici illuminate: la superficie illuminata rinvia il flusso verso la direzione da cui questo proviene con modalità e valore differenti a seconda del coefficiente di riflessione luminoso del materiale della superficie. Una frazione del flusso che giunge sulla superficie illuminata viene dunque nuovamente inviata verso l'alto, in relazione alle caratteristiche della superficie e dei suoi rapporti con l'ambiente circostante. Questa componente tende ad aumentare l'inquinamento luminoso a livello locale e non è eliminabile.

3. INQUINAMENTO LUMINOSO E AMBITI DI ILLUMINAZIONE DI ESTERNI

Il campo di applicazione delle presenti Linee Guida si riferisce agli ambiti principali dell'illuminazione di esterni:

Illuminazione pubblica

Per illuminazione pubblica si intende principalmente l'illuminazione stradale e del contesto urbano che ha, quale scopo prioritario di garantire la sicurezza veicolare e pedonale nelle ore notturne. Ad essa è essenzialmente riferita la L.R. 31/2000.

Illuminazione decorativa

L'illuminazione decorativa può richiedere impianti anche molto diversificati in relazione all'oggetto che deve essere illuminato (monumento, edificio, piazza, ecc.). Di solito, la potenza assorbita dagli impianti di illuminazione decorativa costituisce una piccola frazione di quella richiesta globalmente per l'illuminazione pubblica. Non rivestono quindi prioritario rilievo parametri come consumi energetici e luce emessa verso l'alto, anche perché si tratta di impianti di illuminazione sottoposti ad orario regolamentato, ossia parzializzati o spenti ad una cert'ora della notte, e/o sottoposti a tutela. In entrambi i casi devono quindi essere considerati in deroga alla L.R. 31/2000.

Per questo tipo di illuminazione possono essere anche adottati apparecchi di illuminazione tradizionali o storici, prestando però attenzione alle tipologie di apparecchi con caratteristiche illuminotecniche migliorate, quali ad esempio "lanterne" in cui sono stati introdotte ottiche dotate di riflettore atto a ridurre i consumi energetici e il flusso luminoso verso l'alto.

Illuminazione privata

Comprende l'illuminazione esterna di edifici, parchi e giardini, uffici e spazi industriali privati.

All'art. 3, comma 1, la L.R. 31/2000 recita "tutti gli impianti di illuminazione di nuova realizzazione o in rifacimento dovranno essere adeguati alle norme tecniche dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI)". Non vi è quindi dubbio che anche gli impianti di illuminazione di proprietà privata siano soggetti alla L.R. 31/2000, nei limiti di una loro approvazione da parte del Comune.

I Comuni possono richiedere il rispetto delle indicazioni contenute nelle Linee Guida per l'applicazione della L. R. 31/2000 ai richiedenti concessione edilizia per immobili soggetti alle prescrizioni della legge 46/90 ove sia prevista

l'illuminazione di spazi esterni di pertinenza dello stesso immobile, in particolare può essere richiesto di presentare unitamente al progetto dell'impianto elettrico, il progetto illuminotecnico dell'impianto di illuminazione o dell'impianto pubblicitario luminoso, in conformità con la normativa tecnica di riferimento.

Ciò vale anche per i proponenti di strumenti urbanistici esecutivi quali ad esempio PIP, piano per gli insediamenti produttivi, e PEC, piano esecutivo convenzionato, ove viene presentato il progetto delle opere di urbanizzazione delle aree, tra cui l'impianto di illuminazione. Nel caso dei PIP il progetto, oltre ad essere conforme alla norma UNI 10819, deve anche esserlo alla normativa vigente per l'illuminazione delle aree esterne ai luoghi di lavoro.

Insegne pubblicitarie

Molte insegne pubblicitarie sono illuminate mediante proiettori esterni oppure con lampade installate posteriormente all'insegna, che in questo caso è traslucida.

I limiti della luminanza delle insegne non sono oggetto di normativa tecnica specifica. Un utile riferimento è riportato nella pubblicazione CIE 150/2003 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations".

Naturalmente, i limiti riportati nella pubblicazione CIE 150, non valgono per la segnaletica stradale illuminata e per le insegne che rivestono carattere di sicurezza, come quelle della polizia, dei carabinieri, ecc.

4. INQUINAMENTO LUMINOSO, RISPARMIO ENERGETICO E QUALITÀ DELLA LUCE

Il tema “inquinamento luminoso” va affrontato da più punti di vista, poiché altre tematiche sono ad esso correlate con implicazioni ed aspetti anche molto differenti, quali ad esempio il risparmio energetico, la qualità degli spazi illuminati e quindi la qualità della luce, la sostenibilità ambientale.

In particolare, la relazione tra inquinamento luminoso e risparmio energetico va affrontata in modo approfondito: spesso si sente affermare che risparmio energetico e limitazione del flusso disperso verso l’alto sono obiettivi coincidenti. Ciò da un punto di vista illuminotecnico non risulta coerente, in quanto per eliminare la componente diretta di emissione di luce verso l’alto è necessario utilizzare apparecchi non ottimizzati dal punto di vista del rendimento energetico e dei costi di installazione e gestione.

La luce spuria emessa verso l’alto dagli apparecchi di illuminazione viene spesso assunta come causa principale di dispendio energetico e di riduzione della visibilità stellare. Di qui la richiesta di usare soltanto apparecchi di illuminazione con vetro di chiusura piano ed emissione nulla verso l’alto, che è stata fatta propria da alcune leggi regionali (cfr. Legge Regionale Regione Lombardia n. 17, 27 marzo 2000).

Si tratta di considerazioni ingiustificate, a livello sia scientifico sia tecnologico, basate su studi che presentano un equivoco di fondo: vengono confrontati apparecchi di illuminazione obsoleti, dotati di sorgenti con efficienza luminosa piuttosto bassa e caratterizzati da rendimenti bassi, con nuovi apparecchi a chiusura “vetro piano” e sorgenti con elevata efficienza luminosa. E’ ovvio che l’intervento comporta un risparmio energetico, ma il confronto è improprio ed incompleto: si tratta in realtà di sostituzioni di impianti obsoleti che porterebbero a risparmi energetici con la quasi totalità degli apparecchi stradali di ultima generazione¹.

Si tratta di calibrare gli interventi sul territorio, come proposto dalla normativa tecnica, in modo da raggiungere un compromesso che soddisfi l’insieme delle esigenze.

La progettazione illuminotecnica deve orientarsi sempre di più verso l’obiettivo di garantire la qualità dell’ambiente illuminato, in termini di illuminamento, di distribuzione delle luminanze, di uniformità, e in termini di fedele restituzione cromatica degli oggetti illuminati. Anche in questo senso occorre chiarire che limitazione dell’inquinamento luminoso, qualità della luce e risparmio energetico non sono sinonimi. Le sorgenti luminose che presentano minori elementi di criticità nei confronti dell’inquinamento luminoso sono quelle che, generalmente,

sono dotate di uno spettro di emissione molto limitato e che, di conseguenza, non sono in grado di garantire adeguati livelli di qualità della luce. Inoltre, l'evoluzione tecnologica si sta indirizzando sempre più verso il miglioramento dello spettro di emissione delle sorgenti di illuminazione: ciò a scapito dell'efficienza luminosa e dell'aumento degli elementi di disturbo dal punto di vista dell'inquinamento luminoso.

In generale , si può concludere che è necessario valutare attentamente tutte le esigenze da soddisfare con l'intervento illuminotecnico, in modo da determinare di volta in volta quelle che risultano prevalenti. E' dunque necessario considerare l'inquinamento luminoso non come un problema a se stante, ma integrarlo all'interno di un discorso di qualità degli impianti e, in generale, di qualità dell'ambiente in cui si vive.

¹Soardo Paolo, "Risparmio energetico e flusso luminoso verso l'alto non sono sinonimi", Luce, n°5/2003.

5. INQUINAMENTO LUMINOSO E DISTURBI ALL'OSSERVAZIONE ASTRONOMICA

I disturbi provocati all'osservazione astronomica dall'illuminazione di esterni sono connessi a due fattori principali:

- la direzione di emissione della luce
- la distribuzione spettrale della luce.

Come precedentemente definito (cfr. paragrafo 1) l'inquinamento luminoso è generato da ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, verso la volta celeste. Ne deriva che i sistemi ottici e le caratteristiche fotometriche degli apparecchi utilizzati per l'illuminazione di esterni, insieme con l'inclinazione di montaggio degli impianti, sono aspetti rilevanti per il controllo dei flussi dispersi verso l'alto.

Ma, oltre che alla direzione di emissione della luce, i disturbi all'osservazione e alla ricerca astronomica sono particolarmente legati alla sua distribuzione spettrale.

Come noto, lo spettro elettromagnetico è l'insieme delle radiazioni elettromagnetiche emesse da un corpo, distribuite in base alla lunghezza d'onda: tanto minore è la lunghezza d'onda, tanto maggiore sarà l'energia associata. Lo spettro fornisce informazioni anche sulla composizione chimica della fonte luminosa: ogni elemento chimico emette, quando è riscaldato, radiazioni in un determinato campo di lunghezza d'onda, rappresentato da una caratteristica "riga" di emissione. Conoscendo quindi le "righe spettrali" dei vari elementi è possibile identificare i materiali costituenti di una stella e dall'intensità di queste righe si può risalire alla quantità dei singoli elementi nell'atmosfera stellare per ricostruirne la composizione chimica.

Un altro parametro importante per qualificare le caratteristiche di una stella, la cui determinazione è resa difficile dall'aumento dell'inquinamento luminoso, è la sua luminosità, che non è altro che la quantità di energia emessa sotto forma di radiazione visibile. Per poter conoscere la luminosità di una stella si può misurare il suo splendore apparente, espresso in magnitudine apparente, che corrisponde alla luminosità osservata, non considerando la distanza di osservazione.

La magnitudine apparente è espressa attraverso una scala logaritmica; le magnitudini m_1 e m_2 di due stelle sono legate alle rispettive intensità luminose b_1 e b_2 dalla seguente relazione:

$$m_2 - m_1 = 2.5(\log b_1 - \log b_2) = 2.5 \log(b_1 / b_2)$$

Quanto più elevato è il numero che esprime la magnitudine apparente, tanto più basso è lo splendore dell'astro; viceversa la magnitudine apparente di stelle più brillanti assume valori negativi. L'occhio umano, in assenza di attrezzature per l'osservazione astronomica può percepire fino alla sesta magnitudine apparente.

Magnitudini apparenti	
Magn. App.	Oggetto
-26.73	Sole
-12.6	Luna piena
-4.4	Luminosità massima di Venere
-4.0	Oggetto meno luminoso osservabile durante il giorno ad occhio nudo
-2.8	Luminosità massima di Marte
-1.5	Stella più luminosa ad una lunghezza d'onda visibile: Sirio
0	Punto zero di riferimento: Vega
3.0	Oggetto meno luminoso osservabile in contesto urbano
6.0	Stella meno luminosa osservabile ad occhio nudo
30	Stella meno luminosa osservabile con un telescopio Hubble Space

Alcune magnitudini apparenti [http://en.wikipedia.org/wiki/Apparent_magnitude]

Quindi, a mano a mano che aumenterà l'inquinamento luminoso aumenterà la magnitudine stellare e saranno visibili solamente le stelle più luminose.

La magnitudine può essere misurata a occhio nudo o tramite un fotometro applicato ad un telescopio: applicando quest'ultima procedura si misura il flusso stellare attraverso l'uso, all'interno dello strumento, di un filtro che trasmette soltanto entro una banda più o meno larga; in seguito questo flusso verrà convertito in magnitudini tramite modelli matematici.

Esiste una suddivisione astronomica di tali bande fotometriche, che si basa sulla lunghezza d'onda; ogni banda viene solitamente indicata con una lettera dell'alfabeto:

$\lambda < 3800 \text{ \AA}^1$		banda U
$3800 \text{ \AA} < \lambda < 5000 \text{ \AA}$		banda B
$5000 \text{ \AA} < \lambda < 6000 \text{ \AA}$		banda V
$6000 \text{ \AA} < \lambda < 7200 \text{ \AA}$		banda R
$7200 \text{ \AA} < \lambda < 9200 \text{ \AA}$		banda I

Il sistema fotometrico più usato per determinare la luminosità di una stella è quello che fa uso di tre filtri, per cui la magnitudine viene misurata in tre differenti bande di lunghezza d'onda: Ultravioletto, Blu e Visibile, da cui la denominazione di sistema fotometrico **UBV**.

Si può dunque affermare che le sorgenti luminose comportano una variazione della luminosità naturale del cielo notturno, cioè del suo spettro, in quanto la luce da loro emessa è caratterizzata da una emissione spettrale che disturba notevolmente le bande fotometriche astronomiche. Tra queste risultano più inquinanti le sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione e a vapori di mercurio. Quando l'emissione spettrale delle sorgenti di luce artificiale si sovrappone alle linee di emissione caratteristiche delle stelle, l'osservazione astronomica è fortemente compromessa e, comunque, resa difficoltosa.

¹ $1\text{\AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

6. INQUINAMENTO LUMINOSO E EFFETTI SULL'AMBIENTE NATURALE

L'alternarsi tra giorno e notte, luce e buio, è un fattore fondamentale per la vita delle piante e degli animali. Nel momento in cui si altera questo equilibrio, con l'emissione di luce artificiale negli ecosistemi in cui vivono e si riproducono gli esseri viventi, vi è il rischio di creare disturbo.

Ricerche in determinate aree del mondo e studi condotti su alcuni sistemi biologici hanno evidenziato l'influsso delle sorgenti per l'illuminazione pubblica, specie quelle ad ampio spettro di emissione, anche su alcuni cicli vitali degli animali, quali la riproduzione e la migrazione.

Gli effetti della luce sull'ambiente naturale sono difficilmente quantificabili. Quando sono presenti ambiti naturali, quali montagne, foreste, laghi o lungocoste, in prossimità di impianti di illuminazione, è ipotizzabile che la luce artificiale abbia un effetto negativo su insetti, piante e animali.

La raccomandazione CIE 150/2003 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations" presenta una panoramica degli effetti negativi dell'inquinamento luminoso sulla flora e sulla fauna.

Si riportano nel seguito alcuni degli aspetti più rilevanti:

Insetti

Alcuni insetti sono foto sensibili (alcune specie vengono attratte, altre respinte) quindi, gli effetti dell'illuminazione notturna sono significativi.

Nelle vicinanze degli impianti di illuminazione, è possibile il verificarsi di un incremento del numero di insetti presenti, a seconda della stagione.

Mammiferi, anfibi, rettili

Gli effetti ambientali dell'illuminazione notturna sull'habitat dei mammiferi notturni possono essere significativi. Molte specie di mammiferi, anfibi e rettili si nutrono di insetti che vengono attratti dalla luce durante la notte, e per questa ragione è importante avere cura dei loro habitat.

Uccelli

La distribuzione degli habitat degli uccelli si sta modificando in base ai fenomeni di urbanizzazione di zone suburbane caratterizzate dalla presenza di ambienti naturali. In particolare è preoccupante che l'illuminazione notturna abbia degli effetti sugli uccelli predatori quali gufi ed altre specie che vivono nei boschi. Molti aspetti concernenti gli effetti dell'illuminazione notturna sugli uccelli rimangono oscuri e ancora oggetto di ricerche.

Pesci

Alcune specie di pesci sono attratte dalla luce, altre respinte. Inoltre diverse specie reagiscono in modo diverso a seconda del livello di illuminamento e del tipo di luce. Molti aspetti concernenti gli effetti dell'illuminazione notturna sui pesci rimangono oscuri e ancora oggetto di ricerche.

Piante

E' possibile che l'illuminazione notturna abbia ripercussioni sulla flora e sull'ecosistema vegetale. Sono noti gli effetti della luce sul ciclo della fotosintesi, sulla crescita e sui cicli stagionali, sulla germogliazione, sull'impollinazione da parte di insetti,... E' inoltre noto che la luce artificiale può avere differenti effetti su diverse specie di piante in aree urbane.

Ecosistema

Molti punti concernenti l'impatto dell'illuminazione notturna sull'intero ecosistema, rimangono oscuri e oggetto di ricerche future.

SEZIONE II

1. LA SITUAZIONE LEGISLATIVA E NORMATIVA IN AMBITO NAZIONALE E REGIONALE

La legislazione di riferimento

Conformemente alle indicazioni della Direttiva Europea, le leggi dovrebbero fornire criteri essenziali, rinviando alle norme tecniche, la definizione dei parametri e dei relativi valori limite, rendendo possibile un loro costante e rapido aggiornamento. Molte leggi regionali emanate in tema di inquinamento luminoso non rispondono a tali indicazioni.

Nel seguito sono elencate le leggi nazionali e regionali di interesse nel settore dell'illuminazione pubblica.

- Decreto Legislativo n. 285 del 30-4-1992 "Nuovo Codice della Strada"
- DPR 495/92 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"
- Decreto Legislativo 360/93 "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992
- D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico"
- DPR 503/96 : "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche"
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"
- Allegato II Direttiva 83/189/CEE legge del 21 Giugno 1986 n.317 sulla realizzazione di impianti a regola d'arte e analogo DPR 447/91 (regolamento della legge 46/90)
- Legge Regionale Piemonte, 24 marzo 2000, n. 31 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche"

La normativa tecnica di riferimento

Tutte le norme tecniche hanno carattere volontario, a meno che una disposizione legislativa nazionale o regionale non le renda obbligatorie.

La normativa nel settore illuminotecnico viene redatta dagli organismi elencati nella tabella sottostante:

Livello	Ente normatore	Sigla
Internazionale	Commission Internationale de l'Eclairage	CIE
Europeo	Comitato Europeo di normalizzazione	CEN
	Comitato Europeo di normalizzazione elettrica	CENELEC
Nazionale	Ente nazionale italiano di normalizzazione	UNI
	Comitato Elettrotecnico Italiano	CEI

TABELLA 1

La CIE pubblica soprattutto raccomandazioni, a cui si attengono gli enti normatori per la preparazione delle norme. Il CEN e il CENELEC sono gli enti normatori della Unione Europea. In Italia le norme sono emesse dall'UNI e dal CEI, che traducono obbligatoriamente le norme CEN o le pubblicano autonomamente quando non esistano norme europee. CEN e UNI operano nei settori prestazionali e CEI e CENELEC in quelli della sicurezza in campo elettrico, anche se la suddivisione non è così netta.

Così, per l'illuminazione esistono norme UNI riferite alle prestazioni illuminotecniche e norme CEI riferite alla sicurezza elettrica.

Le norme di interesse nell'illuminazione pubblica sono elencate di seguito.

- UNI EN 13201-2 2004 "Illuminazione stradale-Parte 2: Requisiti prestazionali"
- UNI EN 13201-3 2004 "Illuminazione stradale-Parte 3: Calcolo delle prestazioni"
- UNI EN 13201-4 2004 "Illuminazione stradale-Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche"
- UNI EN 11095-2003 "Luce e illuminazione - Illuminazione di gallerie"
- UNI EN 12193-2001 "Luce e illuminazione - Illuminazione di installazioni sportive"
- UNI 10439-2001 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato"
- UNI 10819-1999 "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
- Norma CEI 34 - 33 "Apparecchi di Illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale"

- Norme CEI del Comitato 34 "Lampade e relative apparecchiature"
- Norma CEI 11 - 4 "Esecuzione delle linee elettriche esterne"
- Norma CEI 11 - 17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- Norma CEI 64 - 7 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari"
- Norma CEI 64 - 8 "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V"

Raccomandazioni e guide

Alcuni documenti hanno valore di raccomandazione e/o di guida e la loro importanza è evidente in mancanza di norme o per una migliore interpretazione delle stesse.

Di seguito sono elencate le raccomandazioni e guide di interesse nell'illuminazione pubblica:

- CIE Pubblicazione n. 150 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations" (2003)
- CIE Pubblicazione n. 136 "Guide to the lighting of urban areas" (2000)
- CIE Pubblicazione n. 126 "Guidelines for minimizing sky-glow" (1997)
- CIE Pubblicazione n. 115 "Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic" (1995)
- ENEL/Federelettrica "Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica" (1990)
- AIDI "Raccomandazioni per l'illuminazione pubblica" (1993)
- AIDI "Guida per il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione Pubblica" (1998)

Di seguito vengono riportati i principali contenuti delle leggi, norme e raccomandazioni specificamente riferite al tema dell'inquinamento luminoso che presentano valori e criteri progettuali per la limitazione dell'inquinamento luminoso:

- Legge Regionale Piemonte 24 marzo 2000, n° 31, "Disposizione per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche";
- Norma UNI 10819 "Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- Raccomandazione CIE 126-1997 "Guidelines for minimizing sky-glow".

2. L.R. REGIONE PIEMONTE 24 MARZO 2000, N° 31, "DISPOSIZIONI PER LA PREVENZIONE E LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO E PER IL CORRETTO IMPIEGO DELLE RISORSE ENERGETICHE"

Finalità

All'articolo 1 vengono presentate le finalità della legge:

- a. La riduzione dell'inquinamento luminoso ed ottico nel contesto di una più generale razionalizzazione del servizio di illuminazione pubblica con particolare attenzione alla riduzione dei consumi ed al miglioramento dell'efficienza luminosa degli impianti;
- b. La salvaguardia dei bioritmi naturali delle piante e degli animali ed in particolare delle rotte migratorie dell'avifauna dai fenomeni di inquinamento luminoso;
- c. Il miglioramento dell'ambiente conservando gli equilibri ecologici delle aree naturali protette, ai sensi della Legge 6 dicembre 1991, n°394 (Legge Quadro sulle aree protette);
- d. La riduzione dei fenomeni di abbagliamento e di affaticamento visivo provocati da inquinamento ottico al fine di migliorare la sicurezza della circolazione stradale;
- e. La tutela dei siti degli osservatori astronomici professionali e di quelli non professionali di rilevanza regionale o provinciale, nonché delle zone loro circostanti, dall'inquinamento luminoso;
- f. Il miglioramento della qualità della vita e delle condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali monumentali e architettonici.

Enti coinvolti

La legge attribuisce una serie di competenze diversificate a Regioni, Province e Comuni.

Competenze della Regione (articoli 4 e 8):

1. La Regione adegua ai principi della presente legge i propri regolamenti nei settori edili ed industriali e definisce appositi capitolati tipo per l'illuminazione pubblica.

2. La Regione , in coerenza con la normativa nazionale e regionale in materia di efficienza energetica, favorisce l'adeguamento degli impianti esistenti alle norme antinquinamento anche attraverso apposite forme di incentivazione.
3. La Giunta Regionale, con proprio provvedimento, potrà individuare ulteriori criteri tecnici da osservare per le nuove installazioni e l'adeguamento di quelle esistenti, nonché le fattispecie da sottoporre a collaudo (articolo 3 - Norme tecniche)
4. La Giunta Regionale, con apposita deliberazione, individua le aree del territorio regionale che presentano caratteristiche di più elevata sensibilità all'inquinamento luminoso e redige l'elenco dei comuni ricadenti in tali aree particolarmente sensibili ai fini dell'applicazione della legge.

Competenze delle Province (articolo 5):

1. Le Province definiscono apposite linee guida per l'applicazione della presente legge, con particolare riguardo alle norme tecniche dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).
2. Le Province esercitano il controllo sul corretto e razionale uso dell'energia da illuminazione esterna da parte dei Comuni e degli enti o organismi sovracomunali ricadenti nel loro territorio e provvedono a diffondere i principi dettati dalla presente Legge; esercitano, altresì, la sorveglianza e l'applicazione delle sanzioni previste dalla presente Legge sugli impianti di illuminazione privati.
3. Le Province intervengono, con il provento delle sanzioni, a:
 - a. potenziare il servizio di controllo;
 - b. finanziare iniziative volte alla diffusione delle finalità della presente Legge;
 - c. istituire uno sportello di supporto tecnico per i Comuni ai fini dell'applicazione della presente Legge.

Competenze dei Comuni (articolo 6):

1. I Comuni con popolazione superiore ai 50 mila abitanti e, facoltativamente, quelli con popolazione superiore ai 30 mila abitanti, approvano Piani Regolatori dell'Illuminazione che, in relazione alle loro specificità territoriali, sono finalizzati a ridurre l'inquinamento luminoso ottico e a migliorare l'efficienza luminosa degli impianti.
2. I Comuni che non approvano il Piano Regolatore dell'Illuminazione osservano le linee guida definite dalla provincia di riferimento.
3. Nell'esame delle pratiche edilizie relative ad interventi di ristrutturazione o nuova costruzione, gli organi tecnici comunali verificano che gli impianti di

illuminazione esterna correlati all'intervento siano conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 5 marzo 1990, n° 46 "Norme per la sicurezza degli impianti", modificata dal Decreto del Presidente della Repubblica 18 aprile 1994, n° 392, e alle disposizioni di cui alla presente Legge.

4. I Comuni autorizzano, in conformità alle norme tecniche dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), la realizzazione di nuovi impianti di illuminazione nelle aree a più elevata sensibilità, compresi quelli a scopo pubblicitario, nonché le modifiche ed estensioni di impianti esistenti.

5. I Comuni controllano che, nelle aree a più elevata sensibilità, le nuove installazioni dei privati, comprese quelle a scopo pubblicitario o le modifiche sostanziali di impianti, siano conformi alla presente Legge.

Disposizioni

Secondo la Legge in esame tutti gli impianti di illuminazione esterna di nuova realizzazione o in rifacimento, dovranno essere adeguati alle norme tecniche dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) che definiscono i requisiti di qualità dell'illuminazione stradale e delle aree esterne in generale per la limitazione dell'inquinamento luminoso.

3. NORMA UNI 10819 - "LUCE E ILLUMINAZIONE - IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA - REQUISITI PER LA LIMITAZIONE DELLA DISPERSIONE VERSO L'ALTO DEL FLUSSO LUMINOSO" 1999

Finalità

La Norma prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna, per la limitazione della dispersione verso l'alto di flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale, anche al fine di non ostacolare l'osservazione astronomica.

Essa si applica esclusivamente agli impianti di illuminazione esterna di nuova realizzazione, mentre non si applica agli impianti di gallerie e di sottopassi, alla segnaletica luminosa di sicurezza ed alle insegne pubblicitarie dotate di illuminazione propria. Non si applica inoltre ad ambiti naturalistici e paesaggistici soggetti a particolari prescrizioni locali e/o a specifiche norme tecniche di futura definizione.

Classificazioni

Classificazione del territorio:

In base alla vicinanza ai siti di osservazione astronomica, sono individuate tre zone, definite da un cerchio con il centro posizionato nel punto di osservazione e raggio di influenza variabile con l'importanza dell'osservatorio (rilevanza internazionale, rilevanza nazionale e/o importanza divulgativa).

ZONA 1	Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (per esempio: osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale). Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km.
ZONA 2	Zona protetta intorno alla Zona 1 o intorno ad osservatori a carattere nazionale e/o di importanza divulgativa. Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km, 10 km, 15 km o 25 km, in funzione dell'importanza del centro.
ZONA 3	Territorio nazionale non classificato in Zona 1 e 2.

TABELLA 2

Classificazione degli impianti di illuminazione:

Gli impianti vengono classificati in ordine decrescente di importanza utilizzando come carattere distintivo il conseguimento della sicurezza stradale e individuale.

TIPO A	Impianti dove la sicurezza è a carattere prioritario, per esempio illuminazione pubblica di strade, aree a verde pubblico, aree a rischio, grandi aree
TIPO B	Impianti sportivi, impianti di centri commerciali e ricreativi, impianti di giardini e parchi privati
TIPO C	Impianti di interesse ambientale e monumentale
TIPO D	Impianti pubblicitari realizzati con apparecchi di illuminazione
TIPO E	Impianti a carattere temporaneo ed ornamentale, quali per esempio le luminarie natalizie

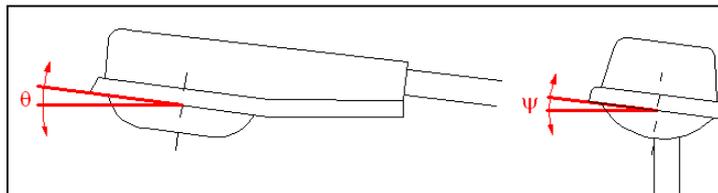
Tabella 3

Criteria di valutazione degli impianti

Metodo del rapporto medio di emissione superiore:

Il parametro che, in base alla zona di appartenenza e alla tipologia di impianto, viene introdotto per valutare l'inquinamento luminoso è il *rapporto medio di emissione superiore* R_n , definito come rapporto tra la somma dei flussi luminosi superiori di progetto $\phi_{\theta,\psi}$ estesa a n apparecchi di illuminazione e la somma dei flussi luminosi totali ϕ_t emessi dagli stessi apparecchi, espresso in percentuale.

$$R_n = \frac{\sum_n \phi_{\vartheta\psi}}{\sum_n \phi_t} 100$$



Le prescrizioni per i comuni che sono dotati di un PRIC (Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale) sono definite come indicato nella tabella seguente:

<i>Tipo di impianto</i>	R_n max [%]		
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
A B C D	1	5	10
E	Non ammessi	Ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato	Ammessi

TABELLA 4

In mancanza di PRIC si ipotizza che il territorio comunale sia servito di impianti di illuminazione di tipo stradale e da impianti di tipo non stradale, secondo le seguenti percentuali:

– tipo A stradale

65% degli impianti di illuminazione comunale

– tipo A non stradale, tipo B,C,D

35% degli impianti di illuminazione comunale.

I valori massimi di R_n consentiti in assenza di PRIC sono indicati nella tabella seguente:

<i>Tipo di impianto</i>	R_n max [%]		
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
A (stradale)	1	3	3
A (non stradale) B C D	1	9	23

TABELLA 5

Metodo delle intensità luminose massime:

In presenza di particolari difficoltà nel calcolo dei flussi luminosi superiori di progetto $\phi_{\theta,\psi}$, come nei casi di illuminazione dal basso verso l'alto di monumenti o di edifici a contorno complesso e per impianti di potenza nominale fino a 5 kW, in alternativa al metodo del rapporto medio di emissione superiore è accettata la conformità dell'impianto alla norma qualora i valori di intensità luminosa oltre il contorno dell'opera, intesa come la più semplice figura riconducibile all'oggetto illuminato, non superino quelli indicati nella tabella seguente:

<i>Tipo di impianto</i>	I max [cd]		
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
A	5	15	30
B	5	30	80
C	5	100	200
D	5	100	200
E	Non ammessi	Ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato	Ammessi

TABELLA 6

4. RACCOMANDAZIONE CIE 126-1997 “GUIDELINES FOR MINIMIZING SKY-GLOW”

Finalità

Lo scopo della raccomandazione è di fornire delle linee guida generali per la riduzione dell'inquinamento luminoso ad uso di progettisti illuminotecnici e amministrazioni pubbliche.

Criteri progettuali

La raccomandazione individua un sistema di zonizzazione del territorio a livello ambientale, riconducibile a quattro zone diverse:

Denominazione Zona	Descrizione
E1	Aree contenenti “paesaggi bui”: parchi nazionali, aree naturali di rilievo (dove le strade sono solitamente non illuminate)
E2	Aree “a bassa luminosità”: generalmente aree extra-urbane e residenziali rurali
E3	Aree “a media luminosità”: generalmente aree residenziali urbane (dove le strade sono illuminate per un traffico stradale standard)
E4	Aree ad “elevata luminosità”: generalmente aree urbane con la compresenza di residenziale e commerciale e utilizzo durante le ore notturne

TABELLA 7

Con riferimento alle quattro zone, vengono proposti valori massimi ammissibili di $ULOR_{inst}$ (Upward Light Output Ratio, installato), espresso come percentuale di flusso luminoso verso l'alto per apparecchio per ciascuna zona (E1, E2, E3, E4). Il limite riportato è valido per ogni singolo apparecchio installato nella zona di rispetto.

Denominazione Zona	ULOR _{inst} [%]	Attività astronomiche
E1	0	Osservatori di rilevanza internazionale
E2	0 - 5	Studi accademici e post-universitari
E3	0 - 15	Studi amatoriali e universitari
E4	0 - 25	Nessuna attività di tipo astronomico

TABELLA 8

L'inquinamento luminoso in un punto in una specifica zona è determinato non solo dall'illuminazione in quella zona ma anche dall'illuminazione presente nelle zone confinanti. E' necessario, dunque, considerare i limiti e requisiti delle zone circostanti.

L'influenza dell'illuminamento delle altre zone su quella prescelta dipende dalla distanza tra il punto di riferimento e i confini con le altre aree.

La raccomandazione propone dei valori di distanza minima tra il punto di riferimento e i confini della zona successiva.

Definizione della zona contenente il punto di riferimento	Distanza minima [km] tra il punto di riferimento e i confini delle zone circostanti		
	E1-E2	E2-E3	E3-E4
E1	1	10	100
E2		1	10
E3			1
E4	assenza di limite		

TABELLA 9

Infine sono riportate alcune soluzioni per la riduzione dell'inquinamento luminoso quali:

- temporizzazione;
- utilizzo di luce monocromatica;
- utilizzo di filtri per evitare l'emissione della luce in alcune lunghezze d'onda;
- controllo del flusso luminoso emesso;
- considerazione dei fattori di riflessione delle superfici nelle zone circostanti.

SEZIONE III

1. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A MAGGIORE SENSIBILITÀ ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO SUL TERRITORIO PIEMONTESE

Le aree a maggiore sensibilità all'inquinamento luminoso sul territorio piemontese sono state individuate in base ai seguenti elementi:

1. presenza di osservatori astronomici
2. presenza di aree naturalistiche.

Per quanto riguarda la presenza sul territorio regionale di osservatori astronomici, si è fatto riferimento alla norma UNI 10819, "Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso" marzo 1999, che "prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna, per la limitazione della dispersione verso l'alto di flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale anche al fine di non ostacolare l'osservazione astronomica." e suddivide gli osservatori astronomici in due classi:

- osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale;
- osservatori astronomici a carattere nazionale e/o di importanza divulgativa.

In considerazione delle tipologie di osservatori astronomici presenti sul territorio piemontese, si è ritenuto opportuno suddividerli in tre categorie, in ordine decrescente di importanza:

- osservatori astronomici professionali (fonte: I.N.AF. Istituto Nazionale di Astrofisica)
- osservatori astronomici ad uso pubblico
- osservatori astronomici ad uso privato.

Nella **tabella 10** è riportato l'elenco degli osservatori astronomici del Piemonte.

Per quanto riguarda la presenza sul territorio regionale di aree protette naturalistiche, poiché la norma UNI 10819 non considera gli ambiti naturalistici e paesaggistici, si è fatto riferimento alle raccomandazioni CIE (Commission Internationale d'Eclairage):

- CIE 126–1997 "Guidelines for minimizing sky glow";
- CIE 150–2003 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations".

In particolare la CIE 126-1997 prevede una zonizzazione del territorio a livello ambientale, in quattro zone diverse, caratterizzate da esigenze di limitazione all'inquinamento luminoso decrescente (cfr. Sezione II).

Con riferimento a dette zone e al livello di sensibilità decrescente da E1 a E4, sono state individuate sul territorio regionale come aree ad elevata sensibilità, riconducibili alle aree contenenti "paesaggi bui" (E1) e alle aree a "bassa luminosità" (E2), due tipologie di aree protette naturalistiche:

- Siti Natura 2000
- Aree Naturali Protette.

Sulla base delle Direttive della Comunità europea in materia di conservazione della biodiversità, è stata istituita nel 2000 una rete, denominata "Rete Natura 2000". In Piemonte, il territorio interessato da Rete Natura 2000 è il 12,5 % del totale regionale. All'interno di "Rete Natura 2000", la Regione Piemonte, con D.G.R. n. 419-14905 del 29 novembre 1996, ha individuato l'elenco dei Siti di Importanza Comunitaria. 127 sono i Siti di Importanza Comunitaria di cui 32 sono anche classificati Zone di Protezione Speciale per l'avifauna, ai sensi della Direttiva comunitaria 79/409/CEE ("Uccelli"). Più della metà del territorio classificato come Siti d'Importanza Comunitaria è compreso nelle Aree Naturali Protette.

Per quanto riguarda le Aree Naturali Protette, esse comprendono, in base alla classificazione delle Aree Naturali Protette riportate nella Legge Quadro sulle Aree Protette 394/91:

1. I *Parchi Nazionali*, costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future.

2. I *Parchi Naturali*, costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo individuato dagli assetti naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.

3. Le *Riserve Naturali*, costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per le diversità biologiche o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli interessi in esse rappresentati. Inoltre vengono anche suddivise come:

- Riserve naturali speciali
- Riserve naturali integrali
- Riserve naturali orientate

4. Le *Zone di salvaguardia*, le *Aree attrezzate* e le *Aree di pre-parco*, che possono essere comprese all'interno dei Parchi Nazionali, dei Parchi Naturali e delle Riserve Naturali.

Nelle **tabelle 11** e **12** sono riportati gli elenchi delle aree protette regionali.

Ai fini della definizione delle aree ad elevata sensibilità sul territorio regionale, sono state escluse le aree di interesse monumentale/archeologico/culturale. Ciò in considerazione della loro grande incidenza sul territorio regionale e in particolare modo sulle aree edificate e della non opportunità di includere nelle zone ad elevata sensibilità, aree con interventi prevalentemente antropici, la cui fruizione notturna, anzi, potrebbe costituire fattore di valorizzazione, nonché di sviluppo sociale, culturale ed economico.

2. DEFINIZIONE DELLE ZONE DI PERTINENZA SUL TERRITORIO REGIONALE

Sul territorio regionale sono individuate tre zone a diversa sensibilità e con diverse fasce di rispetto, in base alla vicinanza ai siti di osservazione astronomica e alla presenza di aree naturali protette. Nel caso di osservatori astronomici, le fasce di rispetto sono definite da un cerchio con il centro posizionato nel punto di osservazione e raggio di influenza variabile con l'importanza dell'osservatorio (rilevanza internazionale, rilevanza nazionale e/o importanza divulgativa). Nel caso delle aree naturali, esse vengono classificate in zona 1 e 2 a seconda dell'importanza. Per quanto riguarda le aree naturali, non sono state assunte fasce di rispetto e la zona di rispetto equivale quindi all'estensione reale dell'area.

ZONA 1	Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (per esempio: osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale). Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km. Siti Natura 2000 (estensione reale)
ZONA 2	Zona protetta intorno alla Zona 1 o intorno ad osservatori ad uso pubblico. Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km e 10 km, in funzione dell'importanza del centro. Aree Naturali Protette (estensione reale)
ZONA 3	Zona intorno ad osservatori a carattere privato. Territorio non classificato in Zona 1 e 2.

TABELLA 13

Il territorio regionale viene, quindi, suddiviso in tre zone a sensibilità all'inquinamento luminoso decrescente in base alle caratteristiche e alla rilevanza nazionale e internazionale del sito.

Nelle **tabelle 15** e **16** sono riportati rispettivamente l'elenco dei comuni completamente nelle zone 1 e 2 e l'elenco dei comuni che hanno soltanto parte del territorio compreso nelle zone 1 e 2.

Nella tabella 14 vengono schematizzate la tipologia delle aree ad elevata sensibilità, la relativa zona di appartenenza e l'eventuale fascia di rispetto.

TIPOLOGIA	ZONA	FASCIA DI RISPETTO
<i>OSSERVATORI</i>		
osservatori di rilevanza internazionale	1	5 km +
	2	5 km
osservatori ad uso pubblico	2	10 km
osservatori ad uso privato	3	/
<i>ZONE PROTETTE</i>		
siti Natura 2000	1	nessuna (estensione reale)
aree naturali protette	2	nessuna (estensione reale)
territorio regionale non compreso nelle precedenti tipologie	3	/

TABELLA 14

Nella Tavola Cartografica 1, sono riportate le aree ad elevata sensibilità individuate sul territorio regionale, rapportate alle aree edificate, mentre nella Tavola Cartografica 2 sono riportate le zone (1, 2 e 3) sul territorio regionale [allegato A].

3. PRESCRIZIONI PER LA LIMITAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Conformemente alle normative e raccomandazioni tecniche è stato assunto quale parametro caratterizzante le aree a diversa sensibilità, R_n , rapporto medio di emissione superiore.

Tale parametro è definito, nella norma UNI 10819, come il rapporto tra la somma dei flussi luminosi superiori di progetto $\Phi_{\theta,\psi}$ estesa a n apparecchi di illuminazione e la somma dei flussi luminosi totali Φ_t emessi dagli stessi apparecchi, espresso in per cento:

$$R_n = 100 \frac{\sum_n \Phi_{\theta,\psi}}{\sum_n \Phi_t}$$

Per i valori limite si rimanda, quindi, alle indicazioni presenti nella norma UNI 10819, che ha validità su tutta l'area del territorio nazionale e a cui rimanda anche la L.R. 31/2000 (cfr. Sezione II).

In allegato B vengono riportati alcuni esempi di applicazione della norma UNI 10819, tratti dalle Linee Guida della Provincia di Torino per l'applicazione della L.R. 31/2000 "Guida alla preparazione del PRIC - Metodi, collaudi e verifiche"(Documento di lavoro - 2002).

TABELLA 10

ELENCO OSSERVATORI ASTRONOMICI PRESENTI IN PIEMONTE

<i>OSSERVATORIO</i>	<i>PROV.</i>	<i>CLASSE¹⁾</i>	<i>COORDINATE</i>
Osservatorio sociale dell'Associazione Culturale "Alessandra Ferrari e Ilaria Merlo"	<i>Lerma</i> ALESSANDRIA	<i>non professionale ad uso pubblico</i>	<i>long.est 8°43'34",02 lat.nord 44°38'38",11 quota 361 m s.l.m.</i>
Osservatorio Astronomico di Cuneo	CUNEO	<i>non professionale ad uso pubblico</i>	<i>long.est 7°32' lat.nord 44°23' quota 560 m s.l.m.</i>
Osservatorio Astronomico "Galileo Galilei"	<i>Suno</i> NOVARA	<i>non professionale ad uso pubblico</i>	<i>long.est 8°34' lat.nord 45°38' quota 275 m s.l.m.</i>
Osservatorio Astronomico di Torino	<i>Pino Torinese</i> TORINO	<i>professionale ad uso pubblico</i>	<i>long.est 7°46'29" lat.nord 45°02'16" quota 22 m s.l.m.</i>
Osservatorio pubblico di Alpette	<i>Alpette</i> TORINO	<i>non professionale ad uso pubblico</i>	<i>long.est 7°34'45" lat.nord 45°24'34" quota 470 m s.l.m.</i>
Osservatorio sociale "Luigi Vignolo"	<i>Abbadia Alpina di Pinerolo</i> TORINO	<i>non professionale ad uso pubblico</i>	<i>long.est 7°18'41" lat.nord 44°53'50" quota 435 m s.l.m.</i>
Osservatorio sociale dell'Associazione Astrofili Torinese	<i>prov.</i> TORINO	<i>non professionale ad uso privato</i>	<i>long.est 7°28'47" lat.nord 45°21'</i>
Osservatorio astronomico della Valpellice	<i>Luserna San Giovanni</i> TORINO	<i>non professionale ad uso pubblico</i>	<i>long.est 7°15'30" lat.nord 44°49'40"</i>
Osservatorio privato "Grange"	<i>Bussoleno</i> TORINO	<i>non professionale ad uso privato</i>	<i>long.est 7°08'31" lat.nord 45°08'31" quota 470 m s.l.m.</i>

TABELLA 11
ELENCO RETE NATURA 2000

<i>n°</i>	<i>SITI D' IMPORTANZA COMUNITARIA</i>	<i>SUP. ha</i>	<i>PROV.</i>
1_	Ghiaia grande	462 ha	ALESSANDRIA
2_	Confluenza Po – Sesia – Tanaro	4057 ha	
3_	Capanne di Macarolo	8754 ha	
4_	Bacino del Rio Miseria	2093 ha	
5_	Massiccio dell'Antola, M.te Carmo, M.te Legna	5985 ha	
6_	Strette della Val Borbera	1663 ha	
7_	Langhe di Spigno Monferrato	2511 ha	
8_	Greto del T.te Scrivia tra Cassano e Villavernia	1039 ha	
9_	Garzaia del Torrente Orba	269 ha	
10_	Stagni di Belangero	591 ha	ASTI
11_	Valmanera	2190 ha	
12_	Vernetto di Rocchetta Tanaro	10 ha	
13_	Rocchetta Tanaro	120 ha	
14_	Lago di Viverone	926 ha	BIELLA
15_	Baraggia di Candelo	603 ha	
16_	Baraggia di Rovasenda	1178 ha	
17_	Lago di Bertignano (Viverone) e stagno presso la str. per Roppolo	26 ha	
18_	Val Sessera	10786 ha	
19_	La Bessa	723 ha	
20_	Alpi Marittime	27832 ha	

21_	Alta Valle Pesio e Tanaro	9321 ha	CUNEO
22_	Valle della Ripa. (Argentera)	327 ha	
23_	Gruppo del Viso e bosco dell'Alevè	7230 ha	
24_	Gruppo del Tenibres	5336 ha	
25_	Vallone di Orgials - Colle della Lombarda	530 ha	
26_	Colle e Lago della Maddalena, Val Puriac	1274 ha	
27_	Boschi e Rocche del Roero	1703 ha	
28_	Confluenza del Bronda	136 ha	
29_	Confluenza del Varaita	170 ha	
30_	Stura di Demonte	1123 ha	
31_	Monte Antoroto	863 ha	
32_	Grotta di Rio Martino	0,3 ha	
33_	Stazioni di Euporbia valloniana Belli	206 ha	
34_	Faggete di Pamparato, Tana del Forno, Grotta delle Turbiglie	2940 ha	
35_	Bosco di Bagnasco	380 ha	
36_	Sorgenti Maira, Bosco di Saretto, Rocca Provenzale	715 ha	
37_	Parco di Racconigi e boschi lungo il T.te Maira	326 ha	
38_	Bosco del Merlino	353 ha	
39_	Oasi di Crava Morozzo	298 ha	
40_	Sorgenti del Belbo	473 ha	
41_	Grotta delle Vene	6 ha	
42_	Peschiere e Laghi di Pralormo	140 ha	
43_	Colonia di chirotoni di S. Vittoria e Monticello d'Alba	17 ha	
44_	Stazione di Carex pauciflora di Chialvetta	5 ha	
45_	Stazione di Linum narbonense	8 ha	
46_	Valle del Ticino	6573 ha	NOVARA
47_	Monte Fenera	3346 ha	

48_	Baraggia di Pian del Rosa	1194 ha	
49_	Baraggia di Bellinzago	119 ha	
50_	Garzaia di S. Bernardino Morghengo (Caltignaga)	80 ha	
51_	Canneti di Dormelletto	128 ha	
52_	Lagoni di Mercurago	473 ha	
53_	Palude di Casalbeltrame	655 ha	
54_	Gran Paradiso	33918 ha	TORINO
55_	Colonia di chiroterri di Venaria reale	6 ha	
56_	Monti Pelati e Torre Cives	145 ha	
57_	Laghi di Ivrea	1599 ha	
58_	Serra di Ivrea	4572 ha	
59_	Lago di Maglione	17 ha	
60_	Stagno interrato di Settimo Rottaro	22 ha	
61_	Boschi e paludi di Bellavista	95 ha	
62_	Palude di Romano Canavese	9 ha	
63_	Monte Musine' e Laghi di Caselette	1524 ha	
64_	Cima Fournier e Lago Nero	640 ha	
65_	Lago di Candia	276 ha	
66_	Madonna della Neve sul Monte Lera	49 ha	
67_	La Mandria	3378 ha	
68_	Stura di Lanzo	688 ha	
69_	Vauda	2654 ha	
70_	Stagno di Oulx	84 ha	
71_	Gran Bosco di Sanbeltrand	3711 ha	
72_	Val Troncea	10129 ha	
73_	Orsiera - Rocciavrè	10965 ha	
74_	Arnoderà - Colle Montabone	112 ha	
75_	Pendici del Monte Chaberton	329 ha	

76_	Rocciamelone	1966 ha
77_	Stazioni di Myricaria germanica	63 ha
78_	Oasi xerotermica di Oulx – Auberge	1070 ha
79_	Oasi xerotermica di Oulx – Amazas	339 ha
80_	Oasi xerotermitiche della Val di Susa – Orrido di Chianocchio	1250 ha
81_	Oasi xerotermica di Puys (Beaulard)	468 ha
82_	Bosco di Pian Pra' (Rora')	93 ha
83_	Scarmagno – Torre Canavese (Morena Destra d'Ivrea)	1876 ha
84_	Grotta del Pugnetto	19 ha
85_	Les Arnaud e Punta Quattro Sorelle	1319 ha
86_	Laghi di Meugliano e Alice	282 ha
87_	Stagni di Poirino – Favari	1844 ha
88_	Valle Thuras	977 ha
89_	Oasi del Pra – Barant	4117 ha
90_	Pian della Mussa (Balme)	3553 ha
91_	Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	340 ha
92_	Col Basset (Sestriere)	267 ha
93_	Champlas – Colle Sestriere	1050 ha
94_	Bardonecchia – Val Fredda	1685 ha
95_	Laghi di Avigliana	420 ha
96_	Stupinigi	1726 ha
97_	Superga	746 ha
98_	Confluenza del Pellice	145 ha
99_	Confluenza del Maira	178 ha
100_	Lanca di San Michele	166 ha
101_	Po morto	490 ha
102_	Lanca di Santa Marta e della Confluenza del Banna	164 ha

103_	Confluenza dell'Orco e del Malone	301 ha	
104_	Confluenza della Dora Baltea (o Baraccone)	1570 ha	
105_	Mulino Vecchio (Dora Baltea)	414 ha	
106_	Isola di S. Maria	721 ha	
107_	Rocca di Cavour	76 ha	
108_	Bosco del Vaj e Bosco Grand	1347 ha	
109_	Valgrande	11854 ha	VERBANO-CUSIO- OSSOLA
110_	Alpe Veglia	11706 ha	
111_	Alpe Devero		
112_	Boleto - Monte Avigno	390 ha	VERBANO-CUSIO- OSSOLA
113_	Fondo Toce	355 ha	
114_	Rifugio M.Luisa (Val Formazza)	3142 ha	
115_	Campello Monti	548 ha	
116_	Laghetto di S.Agostino	21 ha	
117_	Greto T.te Toce tra Domodossola e Villadossola	746 ha	
118_	Palude di S. Genuario	426 ha	VERCELLI
119_	Fontana Gigante (Tricerro)	313 ha	
120_	Alta Valsesia	7523 ha	
121_	Isolotto del Ritano	237 ha	
122_	Boschi della partecipazione di Trino	1068 ha	
123_	Garzaia del Rio Druma	129 ha	
124_	Garzaia di Carisio	96 ha	
125_	Lame del Sesia	910 ha	
126_	Isolone di Oldenico		
127_	Val Mastallone	1878 ha	

<i>n°</i>	<i>ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE</i>	<i>SUP. ha</i>	<i>PROV.</i>
1_	Garzaia di Valenza	40 ha	ALESSANDRIA
2_	Ghiaia grande	462 ha	
3_	Confluenza Po - Tanaro	1035 ha	
4_	Confluenza Po - Sesia	2480 ha	
5_	Boscone	545 ha	
6_	Greto del T.te Scrivia tra Cassano e Villavernia	1039 ha	
7_	Garzaia del Torrente Orba	269 ha	
8_	Lago di Viverone	926 ha	BIELLA
9_	Bosco e laghi di Palanfrè	1051 ha	CUNEO
10_	Alta Valle Pesio e Tanaro	6625 ha	
11_	Argentera	26821 ha	
12_	Col di Tenda	1538 ha	
13_	Bosco delle Navette (Briga Alta)	2678 ha	
14_	Oasi di Crava Morozzo	298 ha	
15_	Garzaia di S. Bernardino Morghengo (Caltignaga)	80 ha	NOVARA
16_	Gran Paradiso	33918 ha	TORINO
17_	Lago di Candia	276 ha	
18_	Val Troncea	3244 ha	
19_	Orsiera - Rocciavrè	10965 ha	
20_	Laghi di Avigliana	420 ha	
21_	Meisino (confluenza Po-Stura)	245 ha	
22_	Lanca di San Michele	166 ha	
23_	Po morto	490 ha	
24_	Lanca di Santa Marta e della Confluenza del Banna	164 ha	
25_	Confluenza dell'Orco e del Malone	301 ha	

26_	Confluenza della Dora Baltea (o Baraccone)	1570 ha	
27_	Valgrande	11854 ha	VERBANO-CUSIO- OSSOLA
28_	Alpe Veglia	11706 ha	
	Alpe Devero		
29_	Greto T.te Toce tra Domodossola e Villadossola	746 ha	
30_	Palude di S. Genuario	426 ha	VERCELLI
31_	Fontana Gigante (Tricerro)	313 ha	
32_	Alta Valsesia	7523 ha	
33_	Isolotto del Ritano	237 ha	
34_	Boschi della partecipazione di Trino	1070 ha	
35_	Garzaia del Rio Druma	129 ha	
36_	Garzaia di Carisio	96 ha	VERCELLI
37_	Lame del Sesia	910 ha	
	Isolone di Oldenico		
38_	Val Mastallone	1878 ha	

TABELLA 12
ELENCO AREE NATURALI PROTETTE

<i>n°</i>	<i>AREE NATURALI PROTETTE</i>	<i>SUP.ha</i>	<i>PROV.</i>
1_	<i>Sistema delle aree protette della fascia fluviale del Po – Tratto Crescentino – Confine Piemonte Lombardia:</i>		ALESSANDRIA
1a_	Riserva naturale speciale di Ghiaia grande	462 ha	
1b_	Area attrezzata delle sponde fluviali di Casale Monferrato	119 ha	
1c_	Riserva naturale speciale della Confluenza del Sesia e del Grana	2440 ha	
1d_	Riserva naturale integrale della Garzaia di Valenza	40 ha	
1e_	Riserva naturale speciale del Boscone	545 ha	
1f_	Riserva naturale speciale della Confluenza del Tanaro	1035 ha	
2_	Parco Naturale delle Capanne di Macarolo	8216 ha	
3_	Parco Naturale del Sacro Monte di Crea	34 ha	
4_	Riserva naturale speciale del Torrente Orba	249 ha	
5_	Zona di salvaguardia del bosco delle sorti "La Communa"	1818 ha	ASTI
6_	Riserva naturale speciale di Valleandona e Val Botto	297 ha	
7_	Riserva naturale speciale della Val Sarmassa	201 ha	
8_	Parco Naturale di Rocchetta Tanaro	120 ha	
9_	Riserva naturale speciale Parco Burcina "Felice Piacenza"	70 ha	BIELLA
10_	Riserva naturale orientata della Baraggia di Verrone	2905 ha	
11_	Riserva naturale orientata della Baraggia di Candela o Baraggione		
12_	Riserva naturale orientata della Baraggia di Rovasenda		
13_	Area attrezzata Brich di Zumaglia e Mont Prevè	44 ha	
14_	Riserva naturale speciale della Bessa	723 ha	

15_	Parco Naturale delle Alpi Marittime	27832 ha	CUNEO
16_	Parco Naturale Alta Valle Pesio	6638 ha	
17_	Zona di salvaguardia dei boschi e Rocche del Roero	4214 ha	
18_	<i>Sistema delle aree protette della fascia fluviale del Po - Tratto Cuneese Pian del Re-Pancalieri:</i>		
18a_	Riserva naturale speciale di Pian del Re	462 ha	
18b_	Area attrezzata di Pian del Re	2 ha	
18c_	Area attrezzata di Paesana	74 ha	
18d_	Riserva naturale speciale della Confluenza del Bronda	136 ha	
18e_	Area attrezzata Paracollo, Ponte pesci vivi	18 ha	
18f_	Riserva naturale speciale della Confluenza del Pellice	145 ha	
18g_	Area attrezzata Fontane	58 ha	
18h_	Riserva naturale speciale della Confluenza del Varaita	170 ha	
19_	Riserva naturale speciale Augusta Bagiennorum	626 ha	
20_	Riserva naturale speciale Ciciu del Villar	64 ha	
21_	Riserva naturale speciale Oasi di Crava Morozzo	290 ha	
22_	Riserva naturale speciale Sorgenti del Belbo	466 ha	
23_	Riserva naturale speciale Stazione Juniperus phoenicea di Rocca San Giovanni Saben	230 ha	
24_	Parco Naturale della Valle del Ticino	6561 ha	NOVARA
25_	Parco Naturale del Monte Fenera	3302 ha	
26_	Riserva naturale orientata delle baragge di Pian del Rosa	1188 ha	
27_	Riserva naturale speciale del Sacro Monte di Orta	13 ha	
28_	Riserva naturale speciale del Monte Mesma	52 ha	
29_	Riserva naturale speciale della Torre di Buccione	30 ha	
30_	Riserva naturale speciale dei Canneti di Dormelletto	157 ha	

31_	Parco naturale dei Lagoni di Mercurago	473 ha	TORINO
32_	Parco Naturale della Palude di Casalbeltrame	630 ha	
33_	Parco Nazionale del Gran Paradiso	33918 ha	
34_	Riserva naturale speciale dei Monti Pelati e Torre Cives	146 ha	
35_	Riserva naturale speciale del Sacro Monte di Belmonte	349 ha	
36_	Parco Naturale Provinciale del Lago di Candia	336 ha	
37_	Parco Naturale Provinciale Colle del Lys	361 ha	
38_	Riserva naturale integrale della Madonna della Neve sul Monte Lera	49 ha	
39_	Parco Regionale La Mandria	6571 ha	
40_	Area attrezzata del Ponte del Diavolo e zona di salvaguardia dello Stura di Lanzo	729 ha	
41_	Riserva naturale orientata della Vauda	2635 ha	
42_	Riserva naturale speciale dello stagno di Oulx	82 ha	
43_	Parco Naturale del Gran Bosco di Sanbeltrand	3775 ha	
44_	Parco Naturale della Val Troncea	3265 ha	
45_	Parco naturale di Orsiera - Rocciavrè	10953 ha	
46_	Riserva naturale speciale dell'Orrido di Foresto e Stazione di Juniperus oxicedrus di Crotte San Giuliano	179 ha	
47_	Riserva naturale speciale dell'Orrido e Stazione di Leccio di Chianocchio	26 ha	
48_	Parco Naturale Provinciale di Conca Cialancia	974 ha	
49_	Parco Naturale Provinciale del Monte Tre Denti-Freidour	821 ha	
50_	Parco Naturale dei Laghi di Avigliana	409 ha	
51_	Parco Naturale Provinciale di Monte San Giorgio	387 ha	
52_	Area attrezzata della collina di Rivoli	20 ha	
53_	Parco Naturale di Stupinigi	1732 ha	
54_	Parco Naturale della collina di Superga	746 ha	

55_	<i>Sistema aree protette della fascia fluviale del Po - Tratto torinese:</i>		
55a_	Riserva naturale speciale della Confluenza del Maira	170 ha	
55b_	Riserva naturale speciale della Lanca di San Michele	162 ha	
55c_	Area attrezzata dell' Oasi del Po morto	490 ha	
55d_	Riserva naturale speciale della Lanca di Santa Marta e della Confluenza del Banna	164 ha	
55e_	Area attrezzata del Molinello	242 ha	
55f_	Area attrezzata Le Vallere	129 ha	
55g_	Area attrezzata Arrivore e Colletta	23 ha	
55h_	Riserva naturale speciale del Meisino e Isolone di Bertolla	245 ha	
55i_	Riserva naturale speciale della Confluenza dell'Orco e del Malone	301 ha	
55l_	Riserva naturale speciale della Confluenza della Dora Baltea (o Baraccone)	1568 ha	
56_	Riserva naturale speciale del Mulino Vecchio (Dora Baltea)	190 ha	
57_	Riserva naturale speciale dell'Isolotto del Ritano (Dora Baltea)	237 ha	
58_	Riserva naturale speciale Rocca di Cavour	72 ha	
59_	Riserva naturale speciale del Bosco del Vaj	71 ha	
60_	Parco nazionale della Valgrande	14537 ha	VERBANO-CUSIO- OSSOLA
61_	Parco Naturale dell'Alpe Veglia	8594 ha	
62_	Parco Naturale dell'Alpe Devero		
63_	Riserva naturale speciale del Sacro Monte della Santissima Trinità di Ghiffa	200 ha	
64_	Riserva naturale speciale di Fondo Toce	365 ha	
65_	Riserva naturale speciale del Sacro Monte Calvario - Domodossola	26 ha	
66_	Parco Naturale Alta Valsesia	6510 ha	
67_	Parco Naturale dei boschi della partecipazione di Trino	1068 ha	

68_	Riserva naturale speciale del Sacro Monte di Varallo	22 ha	VERCELLI
69_	Riserva naturale speciale della Garzaia di Villarboit	10 ha	
70_	Riserva naturale della Palude di Casalbeltrame	640 ha	
71_	Riserva naturale speciale della Garzaia di Carisio	92 ha	
72_	Parco Naturale delle Lame del Sesia	882 ha	
73_	Riserva naturale speciale dell'Isolone di Oldenico		
74_	Parco Naturale Val Mastallone (nel parco Alta Valsesia)	1823 ha	

TABELLA 15

ELENCO DEI COMUNI CHE RICADONO INTERAMENTE NELLE ZONE 1 E 2

<i>COMUNI IN ZONA 1</i>	<i>Prov.</i>
Adorno Micca	BI
Bioglio	BI
Briga Alta	CN
Callabiana	BI
Camandona	BI
Mosso	BI
Pecetto Torinese	TO
Pettinengo	BI
Pino Torinese	TO
Selve Marcone	BI
Veglio	BI

<i>COMUNI IN ZONA 2</i>	<i>Prov.</i>
Agrate Conturbia	NO
Alice Bel Colle	AL
Alpette	TO
Andezeno	TO
Baldissero Torinese	TO
Belforte Monferrato	AL
Bibiana	TO
Bogogno	NO
Borgiallo	TO
Borgo Ticino	NO
Bosio	AL
Bricherasio	TO
Canischio	TO
Cantalupa	TO
Casaleggio Boiro	AL
Castelletto d'Orba	AL
Castelnuovo Nigra	TO
Cavaglietto	NO
Cavaglio d'Agogna	NO
Cervasca	CN

Chieri	TO
Chiesanuova	TO
Colleretto Castelnuovo	TO
Cressa	NO
Cuorgnè	TO
Divignano	NO
Forno Canavese	TO
Frossasco	TO
Garzigliana	TO
Lerma	AL
Luserna San Giovanni	TO
Lusernetta	TO
Marano Ticino	NO
Mezzomerico	NO
Momo	NO
Montaldeo	AL
Montaldo Torinese	TO
Mornese	AL
Osasco	TO

Ovada	AL
Parodi Ligure	AL
Pavarolo	TO
Pertusio	TO
Pinerolo	TO
Pombia	NO
Pont Canavese	TO
Porte	TO
Prarostino	TO
Prascorsano	TO
Pratiglione	TO
Ribordone	TO
Ricaldone	AL
Rivara	TO
Rocca Grimalda	AL
Roletto	TO
San Colombano Belmonte	TO
San Cristoforo	AL

San Germano Chisone	VC
San Mauro Torinese	TO
San Pietro Val Lemina	TO
San Secondo di Pinerolo	TO
Silvano d'Orba	AL
Sparone	TO
Suno	NO
Tagliolo Monferrato	AL
Torre Pellice	TO
Trofarello	TO
Valperga	TO
Vaprio d'Agogna	NO
Varallo Pombia	NO
Veruno	NO
Vignolo	CN
Villar Perosa	TO

TABELLA 16

ELENCO DEI COMUNI IL CUI TERRITORIO E' COMPRESO IN PARTE NELLE ZONE 1 E 2

Acceglio	CN
Agliè	TO
Aisone	CN
Alagna Valsesia	VC
Albano Verellese	VC
Alice Superiore	TO
Alluvioni Cambiò	AL
Almese	TO
Andorno Micca	BI
Andrate	TO
Argentera	CN
Arona	NO
Asti	AT
Aurano	VB
Avigliana	TO
Azeglio	TO
Baceno	VB
Bagnasco	CN
Bairo	TO
Balangero	TO
Baldissero Canavese	TO
Baldissero d'Alba	CN
Baldissero Torinese	TO
Balme	TO
Balocco	VC
Bannio Anzino	VB
Bardonecchia	TO
Bassignana	AL
Baveno	VB
Beinasco	TO

Belforte Monferrato	AL
Bellinzago Novarese	NO
Benna	BI
Beura Cardezza	VB
Biandrate	NO
Bioglio	BI
Bobbio Pellice	TO
Boca	NO
Bollengo	TO
Borghetto di Borbera	AL
Borgo d'Ale	VC
Borgofranco d'Ivrea	TO
Borgolavezzaro	NO
Borgomasino	TO
Borgosesia	VC
Borriana	BI
Bosco Marengo	AL
Bosio	AL
Bozzole	AL
Brandizzo	TO
Briga Alta	CN
Briona	NO
Brusasco	TO
Brusnengo	BI
Burolo	TO
Bussoleno	TO
Cabella Ligure	AL
Cafasse	TO
Calasca Castiglione	VB

Callabiana	BI
Caltignaga	NO
Camandona	BI
Cambiano	TO
Camerana	CN
Cameri	NO
Camino	AL
Campiglia Cervo	BI
Candelo	BI
Candia Canavese	TO
Candiolo	TO
Cantalupo Ligure	AL
Caprezzo	VB
Capriata d'Orba	AL
Caramagna Piemonte	CN
Caravino	TO
Carcoforo	VC
Caresanablot	VC
Carignano	TO
Carisio	VC
Carmagnola	TO
Carrega Ligure	AL
Casal Cermelli	AL
Casalbeltrame	NO
Casalborgone	TO
Casaleggio Boiro	AL
Casalgrasso	CN
Casalino	NO
Cascinette d'Ivrea	TO
Caselette	TO
Cassano Spinola	AL
Castagneto Po	TO
Casteldelfino	CN
Castell'Alfero	AT
Castellamonte	TO
Castelletto Cervo	BI
Castelletto sopra Ticino	NO
Cavaglio d'Agogna	NO
Cavagnolo	TO
Cavallirio	NO

Cavour	TO
Ceppo Morelli	VB
Cerano	NO
Ceresole d'Alba	CN
Ceresole Reale	TO
Cerrione	BI
Cervatto	VC
Cesana Torinese	TO
Chianocco	TO
Chiaverano	TO
Chieri	TO
Chiomonte	TO
Chiusa di Pesio	CN
Chiusano d'Asti	AT
Chivasso	TO
Cigliano	VC
Ciriè	TO
Claviere	TO
Coazze	TO
Coggiola	BI
Collegno	TO
Comignago	NO
Cossato	BI
Cossogno	VB
Cossombrato	AT
Cravagliana	VC
Crescentino	VC
Crevacuore	BI
Crissolo	CN
Crodo	VB
Cuceglio	TO
Cureggio	NO
Cursolo Orasso	VB
Demonte	CN
Dernice	AL
Domodossola	VB
Donato	BI
Dormelletto	NO
Druento	TO

Entracque	CN
Exilles	TO
Falmenta	VB
Faule	CN
Fenestrelle	TO
Fiano	TO
Fobello	VC
Fontaneto d'Agogna	NO
Fontanetto Po	VC
Formazza	VB
Frabosa soprana	CN
Fraconalto	AL
Frassineto Po	AL
Front	TO
Gaiola	CN
Galliate	NO
Garessio	CN
Gargallo	NO
Gattinara	VC
Ghemme	NO
Giaglione	TO
Givoletto	TO
Gravellona Toce	VB
Gravere	TO
Greggio	VC
Grignasco	NO
Grondona	AL
Groscavallo	TO
Grosso	TO
Gurro	VB
Intragna	VB
Isola d'Asti	AT
Isola Sant'Antonio	AL
Ivrea	TO
La Cassa	TO
La Loggia	TO
Lanzo Torinese	TO
Lauriano	TO
Leinì	TO
Lenta	VC

Lerma	AL
Lessona	BI
Limone Piemonte	CN
Livorno Ferraris	VC
Locana	TO
Lombardore	TO
Lombriasco	TO
Lozzolo	VC
Macra	CN
Macugnaga	VB
Madonna del Sasso	VB
Maggiora	NO
Maglione	TO
Magnano	BI
Malesco	VB
Marano Ticino	NO
Massello	TO
Masserano	BI
Mathi	TO
Mattie	TO
Mazzè	TO
Meana di Susa	TO
Merana	AL
Mergozzo	VB
Meugliano	TO
Mezzenile	TO
Miazzina	VB
Moiola	CN
Mombaldone	AT
Mompalero	TO
Moncalieri	TO
Moncestino	AL
Mondovì	CN
Mongiardino Ligure	AL
Mongrando	BI
Mombercelli	AT
Montaldo di Mondovì	CN
Montalto Dora	TO
Monterosso Grana	CN

Monteu da Po	TO
Montezemolo	CN
Monticello d'Alba	CN
Morano sul Po	AL
Mornese	AL
Morozzo	CN
Mosso	BI
Mottalciata	BI
Nichelino	TO
Noasca	TO
Nole	TO
Nomaglio	TO
None	TO
Noalesa	TO
Novi Ligure	AL
Oldenico	VC
Oleggio	NO
Oleggio Castello	NO
Oncino	CN
Orbassano	TO
Ormea	CN
Oulx	TO
Palazzo Canavese	TO
Pallanzeno	VB
Pamparato	CN
Pancalieri	TO
Pareto	AL
Pavone Canavese	TO
Pecco	TO
Pecetto Torinese	TO
Perosa Canavese	TO
Pettinengo	BI
Pianezza	TO
Piatto	BI
Piedicavallo	BI
Piedimulera	VB
Pietraporzio	CN
Pieve Vergonte	VB
Pila	VC
Pino Torinese	TO

Piode	VC
Piverone	TO
Pocapaglia	CN
Pogno	NO
Poirino	TO
Polonghera	CN
Pombia	NO
Pontechianale	CN
Pontestura	AL
Ponzone	AL
Portula	BI
Pozzolo Formigaro	AL
Pradlevés	CN
Pragelato	TO
Prali	TO
Pralormo	TO
Prato Sesia	NO
Predosa	AL
Premia	VB
Premosello Chiovenda	VB
Quittengo	BI
Racconigi	CN
Rassa	VC
Revello	CN
Revigliasco d'Asti	AT
Ribordone	TO
Rima San Giuseppe	VC
Rimasco	VC
Rimella	VC
Riva Valdobbia	VC
Rivalba	TO
Rivarossa	TO
Roaschia	CN
Roasio	VC
Robassomero	TO
Roburent	CN
Rocca d'Arazzo	AT
Rocca de Baldi	CN
Roccaforte Ligure	AL

Roccaforte Mondovì	CN
Roccasparvera	CN
Roccaverano	AT
Rocchetta Ligure	AL
Rocchetta Tanaro	AT
Romagnano Sesia	NO
Romano Canavese	TO
Romentino	NO
Ronco Canavese	TO
Rondissone	TO
Ronsecco	VC
Roppolo	BI
Rorà	TO
Roreto Chisone	TO
Rosazza	BI
Rossa	VC
Rovasenda	VC
Sagliano Micca	BI
Sala Bielese	BI
Salbertrand	TO
Saliceto	CN
Saluggia	VC
Saluzzo	CN
Salza di Pinerolo	TO
Sambuco	CN
Sampeyre	CN
San Bernardino Verbano	VB
San Carlo Canavese	TO
San Francesco al Campo	TO
San Gillio	TO
San Giorio di Susa	TO
San Martino Canavese	TO
San Maurizio d'Opaglio	NO
San Mauro Torinese	TO
San Nazzaro Sesia	NO
San Sebastiano da Po	TO
Santa Maria Maggiore	VB
Santa Vittoria d'Alba	CN
Santena	TO
Sauze di Cesana	TO

Sauze d'Oulx	TO
Scarmagno	TO
Scopello	VC
Selve Marcone	BI
Serole	AT
Serravalle Scrivia	AL
Sestriere	TO
Settimo Rottaro	TO
Sizzano	NO
Sommariva Perno	CN
Soriso	NO
Spigno Monferrato	AL
Stroppo	CN
Susa	TO
Tagliolo Monferrato	AL
Tavigliano	BI
Torino	TO
Torrazzo	BI
Torre Canavese	TO
Torre Pellice	TO
Trasquera	VB
Traves	TO
Treccate	NO
Tricerro	VC
Trino	VC
Trivero	BI
Trofarello	TO
Trontano	VB
Usseaux	TO
Usseglio	TO
Val Della Torre	TO
Valdengo	BI
Valdieri	CN
Valduggia	VC
Valenza	AL
Vallanzengo	BI
Valle Mosso	BI
Valle San Nicolao	BI
Valmacca	AL

Valprato Soana	TO
Valstrona	VB
Varallo	VC
Varallo Pombia	NO
Varisella	TO
Varzo	VB
Vauda Canavese	TO
Veglio	BI
Venaria	TO
Verbania	VB
Vernante	CN
Verolengo	TO
Verrua Savoia	TO
Vialfrè	TO
Vidracco	TO
Vigliano Biellese	BI
Villa San Secondo	AT
Villadossola	VB
Villafranca Piemonte	TO
Villalvernia	AL
Villanova Canavese	BI
Villar Focchiardo	TO
Villar Pellice	TO
Villarboit	VC
Villareggia	TO
Villastellone	TO
Villata	VC
Vinadio	CN
Vinovo	TO
Vische	TO
Viverone	BI
Vogogna	VB
Voltaggio	AL
Zimone	BI
Zubiena	BI

<i>Comuni che sono compresi in parte in ZONA 2</i>	<i>Provincia</i>	<i>NB: in rosso sono i comuni interamente in ZONA 1 e 2</i>	
Agrate Conturbia	NO	Bozzole	AL
Alice Bel Colle	AL	Bra	CN
Alluvioni Cambiò	AL	Bricherasio	TO
Alpette	TO	Bruino	TO
Ameno	NO	Bruno	AT
Andezeno	TO	Brusasco	TO
Angrogna	TO	Buriasco	TO
Arignano	TO	Busano	TO
Asti	AT	Busca	CN
Bagnolo Piemonte	CN	Cambiano	TO
Baldichieri d'Asti	AT	Camerano Casasco	AT
Baldissero d'Alba	CN	Camino	AL
Baldissero Torinese	TO	Campiglione Fenile	TO
Balzola	AL	Candelo	BI
Barengo	NO	Canischio	TO
Barge	CN	Cantalupa	TO
Bassignana	AL	Caprezzo	VB
Beinasco	TO	Caraglio	CN
Beinette	CN	Cardè	CN
Belforte Monferrato	AL	Carentino	AL
Bellinzago Novarese	NO	Carignano	TO
Belveglio	AT	Carmagnola	TO
Bene Vagienna	CN	Carpeneto	AL
Bergamasco	AL	Carrosio	AL
Bernezzo	CN	Casale Monferrato	AL
Bibiana	TO	Casaleggio Boiro	AL
Biella	BI	Casalgrasso	CN
Bogogno	NO	Caselle Torinese	TO
Bolzano Novarese	NO	Cassine	AL
Borgaro Torinese	TO	Castellamonte	TO
Borgiallo	TO	Castellar	CN
Borgo Ticino	NO	Castelletto d'Orba	AL
Borgomanero	NO	Castelletto sopra Ticino	NO
Borgo San Dalmazzo	CN	Castelletto Stura	CN
Bosio	AL	Castelnuovo Nigra	TO
Boves	CN		

Castiglione Torinese	TO
Cavaglietto	NO
Cavaglio d'Agogna	NO
Cavagnolo	TO
Cavour	TO
Centallo	CN
Cervasca	CN
Chieri	TO
Chiesanuova	TO
Chivasso	TO
Cinaglio	AT
Cintano	TO
Coassolo Torinese	TO
Colleretto Castelnuovo	TO
Comignago	NO
Coniolo	AL
Corio	TO
Cremolino	AL
Crescentino	VC
Cressa	NO
Crissolo	CN
Cumiana	TO
Cuneo	CN
Cuorgnè	TO
Cureggio	NO
Divignano	NO
Dormelletto	NO
Druento	TO
Envie	CN
Fara Novarese	NO
Faule	CN
Fiano	TO
Fontaneto d'Agogna	NO
Fontaneto Po	VC
Forno Canavese	TO
Francavilla Bisio	AL
Frassineto Po	AL
Frassinetto	TO
Frossasco	TO
Gabiano	AL

Gamalero	AL
Gambasca	CN
Gargallo	NO
Garzigliana	TO
Gassino Torinese	TO
Gattico	NO
Gavi	AL
Ghemme	NO
Ghiffa	VB
Giaveno	TO
Gozzano	NO
Guazzora	AL
Incisa Scapaccino	AT
Ingria	TO
Inverso Pinasca	TO
Isola Sant'Antonio	AL
La Cassa	TO
La Loggia	TO
Lanzo Torinese	TO
Lauriano	TO
Lequio Tanaro	CN
Lerma	AL
Levone	TO
Locana	TO
Lombriasco	TO
Luserna San Giovanni	TO
Lusernetta	TO
Macello	TO
Marano Ticino	NO
Maranzana	AT
Marentino	TO
Margarita	CN
Martiniana Po	CN
Massazza	BI
Mazzè	TO
Meana di Susa	TO
Mezzomerico	NO
Molare	AL
Molino dei Torti	AL

Mombaruzzo	AT
Momo	NO
Monale	AT
Moncalieri	TO
Moncestino	AL
Moncucco Torinese	AT
Montaldeo	AL
Montaldo Torinese	TO
Monteu da Po	TO
Morano sul Po	AL
Moretta	CN
Mornese	AL
Narzole	CN
Nichelino	TO
Oleggio	NO
Orbassano	TO
Orta San Giulio	NO
Osasco	TO
Ovada	AL
Paesana	CN
Palazzolo Vercellese	VC
Pancalieri	TO
Parodi Ligure	AL
Pavarolo	TO
Pecetto di Valenza	AL
Perrero	TO
Pertusio	TO
Peveragno	CN
Pianezza	TO
Pinasca	TO
Pinerolo	TO
Pino Torinese	TO
Piossasco	TO
Piscina	TO
Pocapaglia	CN
Pollone	BI
Pomaretto	TO
Pomaro Monferrato	AL
Pombia	NO
Pont Canavese	TO

Pontestura	AL
Ponzano Monferrato	AL
Porte	TO
Pralungo	BI
Pramollo	TO
Prarostino	TO
Prascorsano	TO
Pratiglione	TO
Premeno	VB
Premosello Chiovenda	VB
Revello	CN
Ribordone	TO
Ricaldone	AL
Rifreddo	CN
Riva presso Chieri	TO
Rivalta di Torino	TO
Rivara	TO
Rivoli	TO
Robassomero	TO
Robilante	CN
Rocca Canavese	TO
Rocca Grimalda	AL
Roccasparvera	CN
Roccavione	CN
Roletto	TO
Ronco Biellese	BI
Ronco Canavese	TO
Rondissone	TO
Rorà	TO
Rubiana	TO
Salassa	TO
Saluggia	VC
Salussola	BI
Saluzzo	CN
San Colombano Belmonte	TO
San Cristoforo	AL
San Germano Chisone	VC
San Mauro Torinese	TO
San Paolo Cervo	BI

San Pietro Val Lemina	TO
San Ponso	TO
San Raffaele Cimena	TO
San Sebastiano da Po	TO
San Secondo di Pinerolo	TO
Sanfrè	CN
Sanfront	CN
Sangano	TO
Scalenghe	TO
Sciolze	TO
Serralunga di Crea	AL
Settime	AT
Settimo Torinese	TO
Silvano d'Orba	AL
Sommariva del Bosco	CN
Sommariva Perno	CN
Sordevolo	BI
Sparone	TO
Suno	NO
Tagliolo Monferrato	AL
Tarantasca	CN
Tassarolo	AL
Torino	TO
Torrazza Piemonte	TO
Torre Pellice	TO
Trarego Viggiona	VB
Trisobbio	AL
Trofarello	TO
Vaglio Serra	AT
Valenza	AL
Valmacca	AL
Valperga	TO
Vaprio d'Agogna	NO
Varallo Pombia	NO
Venaria	TO
Verolengo	TO
Verrone	BI
Verrua Savoia	TO
Veruno	NO
Vignolo	CN

Villafranca Piemonte	TO
Villanova Biellese	BI
Villar Pellice	TO
Villar Perosa	TO
Villar San Costanzo	CN
Villareggia	TO
Villastellone	TO
Villata	VC
Vinchio	AT
Viù	TO
Voltaggio	AL
Zumaglia	BI

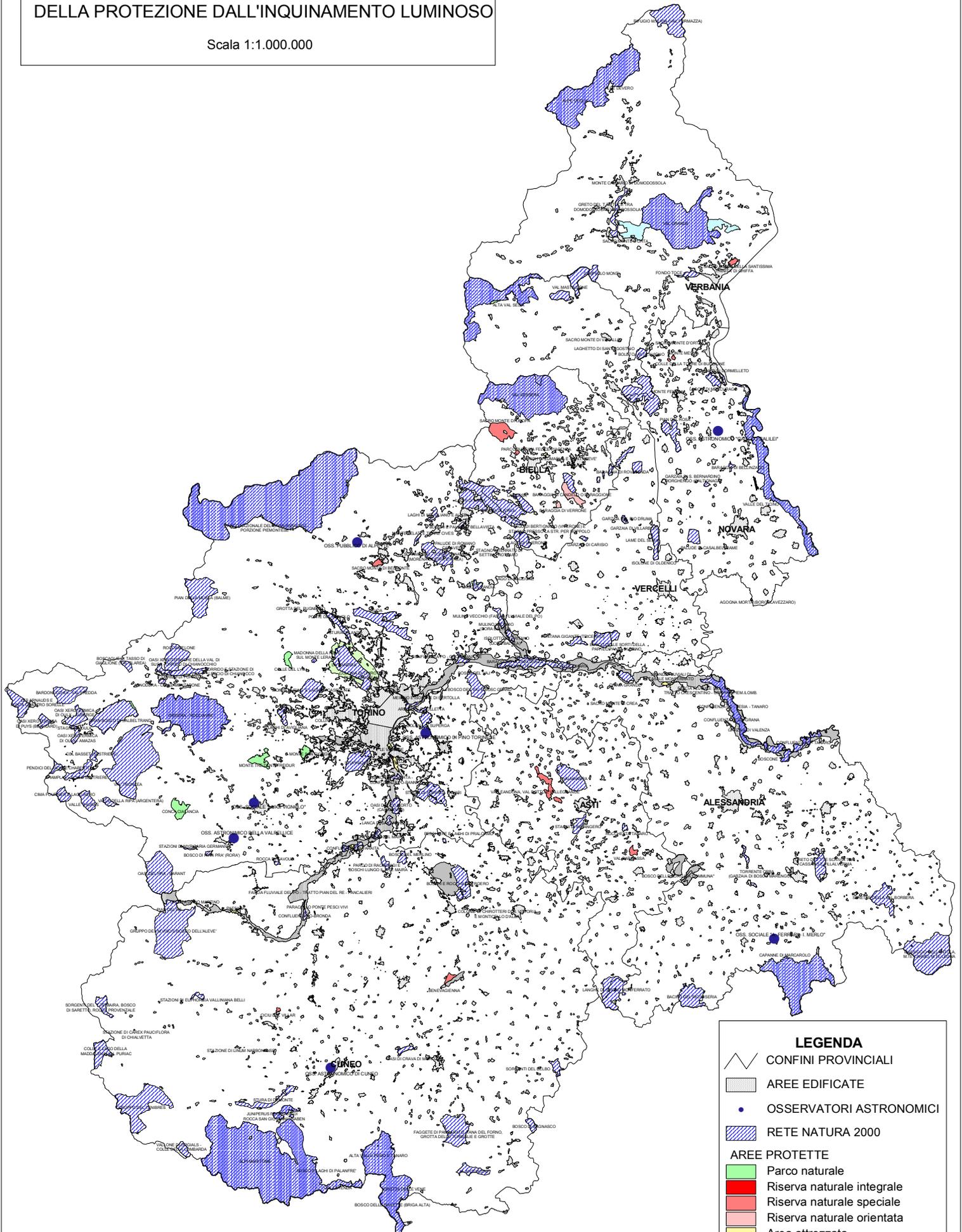
ALLEGATO A - TAVOLE CARTOGRAFICHE

TAVOLA 1- Individuazione delle aree sensibili ai fine della protezione dall'inquinamento luminoso

TAVOLA 2- Definizione delle fasce di rispetto ai fine della protezione dall'inquinamento luminoso

INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SENSIBILI AI FINI DELLA PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Scala 1:1.000.000



LEGENDA

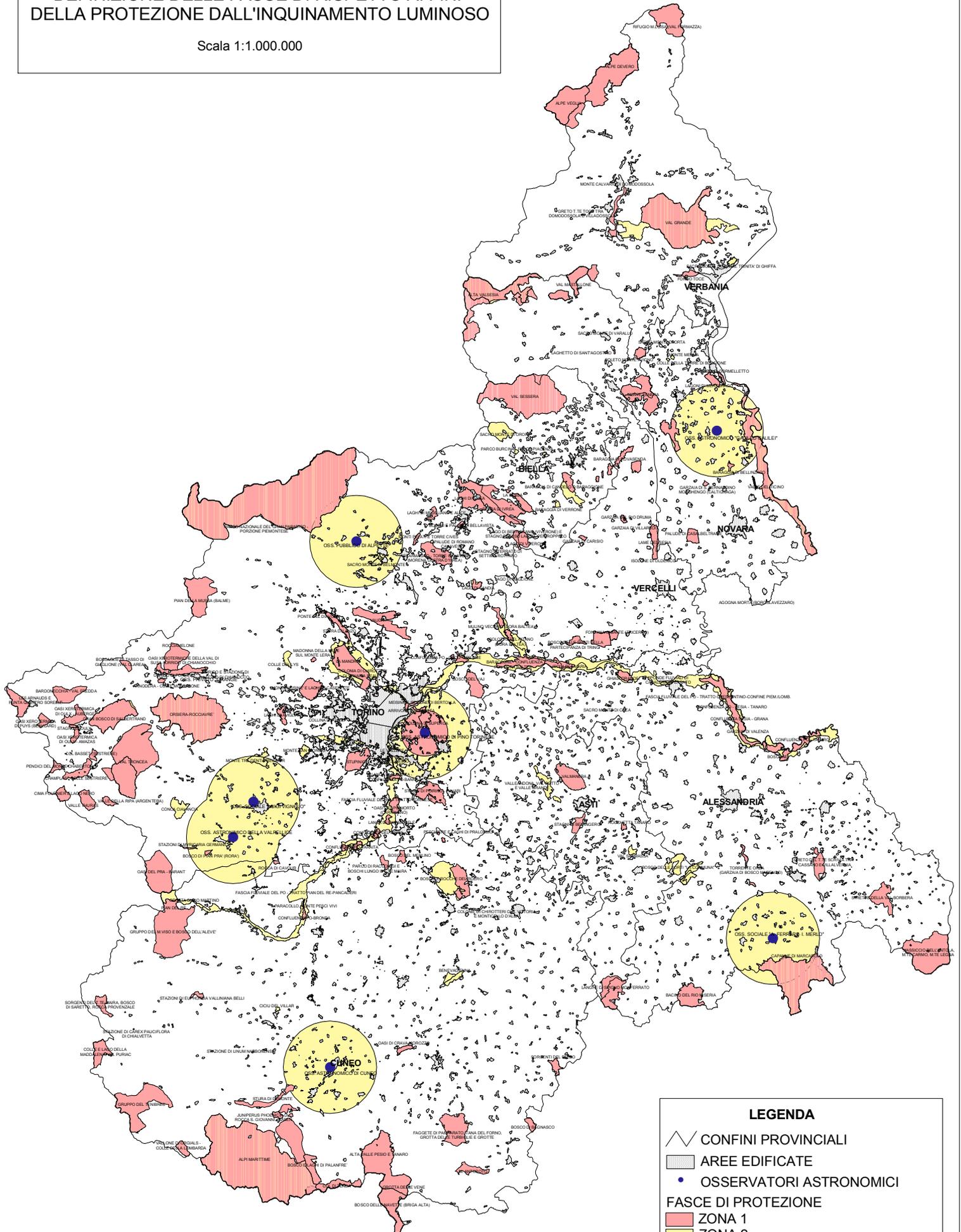
- CONFINI PROVINCIALI
- AREE EDIFICATE
- OSSERVATORI ASTRONOMICI
- RETE NATURA 2000

AREE PROTETTE

- Parco naturale
- Riserva naturale integrale
- Riserva naturale speciale
- Riserva naturale orientata
- Area attrezzata
- Zona di pre-parco
- Zona di salvaguardia
- Parco nazionale

DEFINIZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO AI FINI DELLA PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Scala 1:1.000.000



LEGENDA

-  CONFINI PROVINCIALI
 -  AREE EDIFICATE
 -  OSSERVATORI ASTRONOMICI
- FASCE DI PROTEZIONE
-  ZONA 1
 -  ZONA 2

nota:
è ZONA 3 tutto il resto del territorio regionale
non compreso in zona 1 e 2

Allegato B - Esempi di applicazione UNI 10819

Classificazione illuminotecnica delle strade e dei percorsi										
Norma	N.	Strada o percorso	Classe		Luminanze [cd/m ²]	Illuminamenti [lx] (1)		Uniformità [%]		TI [%] (5)
			UNI	CEN		Orizzontali	Verticali (2)	U ₀ (3)	U ₁ (4)	
UNI 10439 CEN 13201	1	Autostrade urbane	A	M1	2,0	35				
	2	Scorrimento veloce	D1							
	3	Scorrimento	D2	M2	1,5	20		0,4	0,7	10
	4	Interquartiere	E1							
	5	Quartiere	E2	M3	1,0	15				
	6	Locale interzonale	F	M4	0,8	10				
	7	Locale		M5	0,5	7,5		0,35	0,4	15
CEN 13201	8	Marciapiedi	-		Luminanze e illuminamenti ≥ 30% di valori stradali			0,2		-
	9	Portici		P1		20				
	10	Piste ciclabili		P2		10				
	11	Pedonale		P3			7,5			
	12	Aree verdi								
CIE 88	13	Aree di parcheggio		P4		5,0	2,0			
	14	Gallerie e sottopassi			Vedere la pubblicazione CIE 88					

(1) Valore di riferimento per il collaudo che viene effettuato in base al valore degli illuminamenti

(2) Illuminamento verticale minimo a 1,5 m di altezza

(3) Uniformità globale U₀ - rapporto tra illuminamento/luminanza minima e media su un tratto stradale significativo

(4) Uniformità longitudinale U₁ - rapporto tra illuminamento/luminanza minima e massima lungo la mezziera di ciascuna corsia

(5) Incremento di soglia di visibilità causato dall'abbagliamento debilitante

Classificazione degli impianti di illuminazione secondo la norma UNI 10819				
Tipo	Descrizione in base a UNI 10439	Commenti in base alla LR 31/2000	Ammissibilità degli impianti	
			Zona 1	Zona 2
A	Impianti dove la sicurezza ha carattere prioritario	Si tratta ad esempio dell'illuminazione stradale e di quella destinata a punti sensibili per la sicurezza		
B	Impianti sportivi, commerciali, ricreativi, parchi e giardini	Gli impianti sportivi e quelli monumentali tutelati dalla normativa in materia di beni culturali sono in deroga, così come gli altri tipi di impianto che siano disattivati dopo 2 ore dal tramonto.	Entro i limiti di R_n	
C	Impianti di interesse ambientale e monumentale			
D	Impianti pubblicitari illuminati			
E	Impianti a carattere temporaneo (esempio luminarie natalizie)		Solo per sicurezza	
			Entro i limiti di R_n o per sicurezza	

Flusso luminoso emesso verso l'alto - PRIC semplificato secondo la UNI 10819						
Tipo di impianto	N. strada tabella 2	Strada, percorso o tipo di impianto	Flusso Φ [%]	R_n [%]		
				Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	Da 1 a 8, 13	Traffico motorizzato	65	1	3	3
B	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	Traffico misto in prevalenza pedonale e ciclabile	35	1	9	23
		Centro storico				
C	12	Aree verdi, parchi e giardini				
		Illuminazione di monumenti e siti non tutelati				
D		Non classificate				
B	-	Insegne				
		Impianti con flusso luminoso totale ≤ 25 klm				
C		Temporanee per sicurezza				
		Illuminazione di monumenti e siti tutelati				
B	9	Impianti sportivi	-			In deroga
-	14	Portici				
E	-	Gallerie e sottopassi				
		Temporanee per decorazione		Proibiti		In deroga

Percentuali del flusso luminoso emesso verso l'alto secondo la UNI 10819 - Zona 3					
Tipo di impianto	N. strada tabella 2	Strada, percorso o tipo di impianto	Parametri illuminotecnici		Commenti
			Flusso Φ [%]	R_n [%]	
A	Da 1 a 8, 13	Traffico motorizzato	65	3	Apparecchi stradali con coppa liscia o prismata
B	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	Traffico misto in prevalenza pedonale e ciclabile	15	15	Apparecchi con ripartizione dell'intensità luminosa di tipo diffusore o semi diffusore, lanterne con riflettore interno, proiettori
		Centro storico	5		
C	12	Aree verdi, parchi e giardini	5	20	Lanterne, proiettori
		Non classificate	3		
D	-	Illuminazione di monumenti e di interesse ambientale	5	30	In deroga
B	-	Insegne	2		
C	-	Impianti con flusso luminoso totale ≤ 25 klm			
B	-	Temporanei per sicurezza			
C	-	Illuminazione di monumenti e siti tutelati			
B	9	Impianti sportivi			
-	14	Portici			
E	-	Gallerie e sottopassi			
		Temporanei per decorazione			

Totali	
Φ [%]	100
R_n [%]	8,9

Percentuali del flusso luminoso emesso verso l'alto secondo la UNI 10819 - Zona 2					
Tipo di impianto	N. strada tabella 1	Strada, percorso o tipo di impianto	Parametri illuminotecnici		Commenti
			Flusso Φ [%]	R_n [%]	
A	Da 1 a 8, 13	Traffico motorizzato	65	3	Apparecchi stradali con coppa liscia o prismata
B	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	Traffico misto in prevalenza pedonale e ciclabile	15	5	Apparecchi con ripartizione dell'intensità luminosa di tipo diffondente o semi diffondente, proiettori
		Centro storico	5	15	
C	12	Aree verdi, parchi e giardini	5	-	In deroga, se spenti 2 ore dopo il tramonto
		Non classificate	3		
D		Illuminazione di monumenti e di interesse ambientale	5		
B	-	Insegne	2		
		Impianti con flusso luminoso totale ≤ 25 klm			
C		Temporanei per sicurezza			
B	9	Illuminazione di monumenti e siti tutelati			In deroga
		Impianti sportivi			
-	14	Portici			
E	-	Gallerie e sottopassi			
		Temporanei per decorazione			

Totali	
Φ [%]	R_n [%]
100	4,6

SEZIONE IV

1. CRITERI E ITER PROGETTUALE

Un'attenta analisi del contesto urbano e paesaggistico deve essere elaborata come fase propedeutica al progetto. In particolare occorre procedere a:

- identificazione di aree sensibili circostanti la zona di interesse;
- verifica delle prestazioni che devono essere soddisfatte.

Questa analisi implica una approfondita conoscenza dell'area di progetto e delle zone adiacenti, inclusa la presenza, la posizione e la dimensione degli edifici presenti, di facciate importanti, di spazi urbani frequentati. Il livello di approfondimento delle informazioni richiesto dipende dalle dimensioni dell'installazione e dalla sensibilità all'inquinamento luminoso dell'ambiente in cui si va ad operare.

Vengono di seguito riportate le varie fasi di approccio al progetto di illuminazione per esterni e successivo controllo. Tale schematizzazione è tratta dalla raccomandazione CIE 150 - 2003 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations" e si rivela un utile strumento di controllo delle fasi progettuali.

Fasi di verifica per controllare i potenziali effetti intrusivi degli impianti di illuminazione

Controllare gli effetti sull'ambiente naturale

Verificare l'esistenza di siti naturali appartenenti a classificazioni ambientali come siti mondiali incontaminati, parchi nazionali, riserve naturali locali, ecc,...

Identificare la posizione dei più vicini e importanti habitat naturali. Prevedere un orario regolamentato

Assicurarsi che l'illuminazione sia adatta al contesto e che abbia il più basso livello necessario

Valutare le installazioni in relazione all'emissione nell'emisfero superiore e ad altri criteri rilevanti

Controllare gli effetti sugli abitanti degli edifici

Controllare l'esistenza di strumenti di pianificazione applicabili all'illuminazione esterna

Verificare il posizionamento degli impianti di illuminazione nel rispetto delle proprietà circostanti

Identificare i confini relativi alle più vicine proprietà residenziali

Identificare le finestre degli ambienti delle più vicine abitazioni

Valutare le installazioni in relazione ai limiti raccomandati di illuminamento

Identificare la posizione, all'interno delle più vicine proprietà residenziali, in cui la visione diretta di una superficie brillante di un corpo illuminante risulta fastidiosa

Controllare le caratteristiche fisiche (vegetazione, edifici) che possono essere utilizzate per schermare le sorgenti da visuali critiche

Valutare le installazioni in relazione ai limiti raccomandati di intensità

Fasi di verifica per controllare i potenziali effetti intrusivi degli impianti di illuminazione

Controllare gli effetti sui trasporti

Controllare gli effetti sugli utenti dei trasporti su strada, ferrovia, aria e acqua

Verificare con le autorità di controllo l'esistenza di regolamenti applicabili all'illuminazione esterna

Identificare le posizioni e le visuali lungo il percorso in cui una riduzione della visibilità può avere conseguenze significative

Identificare le posizioni e le visuali lungo il percorso in cui una riduzione della visibilità dei segnali può avere conseguenze significative

Valutare le installazioni in relazione ai limiti raccomandati di abbagliamento

Controllare gli effetti sulle osservazioni astronomiche

Identificare la posizione degli osservatori astronomici

Verificare l'esistenza di regolamenti riferiti agli osservatori

Verificare che l'illuminazione proposta non sia eccessiva in relazione a quella raccomandata per le attività

Valutare le installazioni in relazione alle raccomandazioni fornite dalle normative

Controllare gli effetti sulle visite turistiche

Verificare l'esistenza di regolamenti di pianificazione applicabili

Verificare le potenziali viste notturne di facciate illuminate o simboli

Verificare la luminosità del contesto generale

Valutare le installazioni in relazione ai limiti raccomandati di luminanza

2. TECNOLOGIE PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E DEL CONSUMO ENERGETICO

La maggior parte dei componenti utilizzati per l'illuminazione, se non opportunamente inseriti all'interno di una metodologia progettuale finalizzata al raggiungimento di un elevato livello di qualità, costituisce un potenziale fattore di incremento dell'inquinamento luminoso.

Gli stessi componenti, se progettati, realizzati e gestiti in modo corretto, possono altresì concorrere al controllo dell'inquinamento luminoso e alla riduzione del consumo energetico.

I componenti dell'illuminazione presi in considerazione sono:

- **LE SORGENTI LUMINOSE**
- **GLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**
- **GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**
- **I DISPOSITIVI DI GESTIONE E CONTROLLO**

2.1 Prestazioni delle sorgenti luminose

Nel momento in cui un progettista si trova a dover scegliere la sorgente da utilizzare in un'installazione, deve compiere una scelta che va ad influenzare diversi aspetti: innanzi tutto la qualità della percezione e della fruizione dello spazio o dell'oggetto da illuminare, senza dimenticare che la scelta comporta implicazioni di carattere energetico ed economico. Inoltre, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, vi saranno esigenze diversificate volte al controllo del flusso disperso verso l'alto.

Per operare una corretta valutazione dei requisiti di ogni tipologia di sorgente luminosa e per poter attuare scelte progettuali coerenti e consapevoli è opportuno definire i seguenti parametri che la caratterizzano:

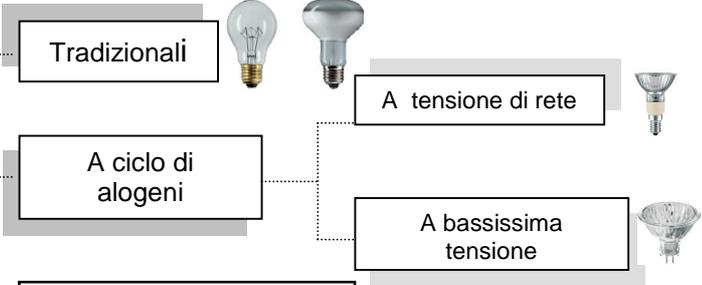
- **spettro di emissione**
- **efficienza luminosa**
- **decadimento del flusso luminoso**
- **durata**
- **aspetto cromatico della luce**
- **parzializzazione del flusso luminoso**
- **emissione di inquinanti**

Per ogni parametro è stata redatta una scheda tecnica. Nelle schede tecniche sono riportate la definizione dei parametri e una descrizione sintetica del comportamento di ciascuna tipologia di sorgente in relazione al parametro considerato.

La scelta delle sorgenti non è un compito semplice, ma i parametri che le caratterizzano possono essere più o meno prioritari a seconda dei requisiti di progetto. Per facilitare la scelta viene proposto infine un **sistema di valutazione** delle sorgenti che, tenendo conto dei livelli prestazionali forniti dalle stesse in relazione a ciascun requisito richiesto, indirizza verso la scelta più appropriata.

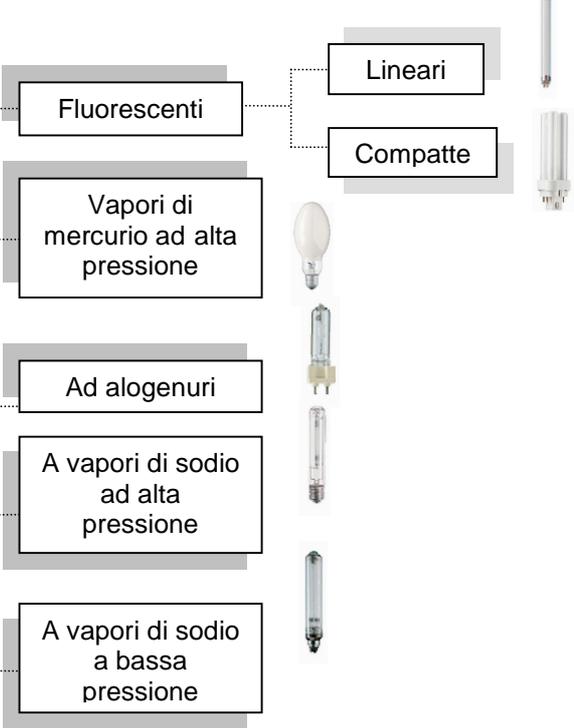
Le sorgenti luminose possono essere classificate in base alle loro caratteristiche tecnologiche e costruttive, come riportato in seguito, premettendo che le sorgenti ad incandescenza trovano oggi un ristretto campo di applicazione nell'illuminazione di esterni a causa della loro scarsa efficienza luminosa.

SORGENTI AD INCANDESCENZA
 che emettono radiazioni luminose portando un filamento di tungsteno all'incandescenza



SORGENTI A LUCE MISCELATA
 sorgenti a vapori di mercurio con aggiunto il filamento della sorgente ad incandescenza

SORGENTI A SCARICA
 in cui la scarica elettrica tra due elettrodi produce l'eccitazione degli elettroni di un gas che, urtandosi tra loro, emettono radiazioni luminose



SORGENTI A INDUZIONE
 basate sullo stesso principio delle sorgenti a scarica, con la variante che la scarica è provocata da correnti indotte generate da un campo elettromagnetico esterno

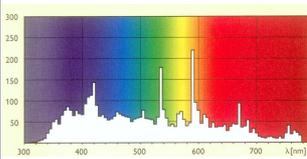
LED
 semiconduttori in grado di emettere radiazioni luminose quando sono attraversati da corrente



AVVERTENZE

<i>SPETTRO DI EMISSIONE</i>	<i>Caratteristiche spettrali</i>	<i>INQUINAMENTO LUMINOSO: elementi di criticità</i>
<p>Insieme delle radiazioni luminose emesse da una sorgente, ordinate secondo la lunghezza d'onda.</p>	<p>In funzione del mezzo, solido o aeriforme, che consente la produzione della luce, si ottengono spettri di emissione differenti. In particolare, i corpi solidi, come il filamento di tungsteno delle sorgenti ad incandescenza, producono un'emissione continua, mentre gli aeriformi, come i gas contenuti nelle sorgenti a scarica, presentano uno spettro discontinuo.</p>	<p>A seconda delle caratteristiche dello spettro di emissione si possono presentare elementi di criticità differenziati e si può verificare un disturbo all'osservazione astronomica.</p>
<i>Sorgenti luminose</i>		
<i>Sorgenti ad incandescenza (tradizionali e a ciclo di alogeni)</i>		
	<p>L'emissione luminosa del filamento di tungsteno avviene secondo uno spettro continuo, con una maggiore emissione nel rosso, media nel giallo e minore nel blu.</p>	<p>La luce prodotta risulta di notevole disturbo per l'osservazione astronomica sia visuale, sia strumentale, perché l'emissione riguarda tutte le lunghezze d'onda del visibile e delle bande vicine. Tuttavia, in genere, tali sorgenti non sono utilizzate, se non per impianti di scarsa potenza, nell'illuminazione di esterni.</p>

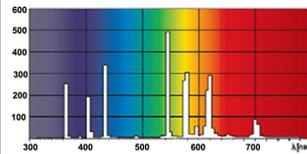
Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione



Lo spettro di emissione è caratterizzato da una ripartizione abbastanza uniforme delle radiazioni luminose per effetto della pressione più elevata rispetto alle sorgenti a fluorescenza e delle sostanze fluorescenti.

Queste sorgenti possono disturbare l'osservazione astronomica. Esse emettono prevalentemente nella regione blu dello spettro, mentre nel rosso il loro contributo è generalmente scarso.

Sorgenti ad alogenuri metallici

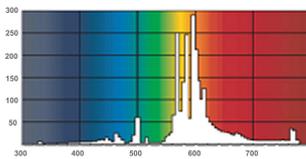


Spettro di una lampada standard

Gli alogenuri si miscelano con i vapori di mercurio: in questo modo lo spettro di emissione diviene più uniforme. Le distribuzioni dipendono dagli ossidi di metallo usati. Il bruciatore ceramico consente di mantenere inalterata la stabilità del colore per tutta la vita della sorgente.

L'introduzione degli alogenuri rende la sorgente inquinante per l'osservazione astronomica. La loro distribuzione spettrale si sovrappone alle **bande fotometriche astronomiche**, soprattutto nel caso di utilizzo di bruciatore ceramico: in questo caso lo spettro di emissione diviene piuttosto esteso. In particolare si nota un aumento di emissione in corrispondenza delle bande U e B.

Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione



La distribuzione spettrale è abbastanza ampia tra i 540 e i 650 nm e piuttosto bassa sotto i 450 nm.

Le sorgenti al sodio ad alta pressione, soprattutto quelle a pressione meno elevata, pur rendendo le osservazioni spettroscopiche difficili nelle zone vicine all'emissione del sodio, disturbano in modo piuttosto modesto le **bande fotometriche U e B**.

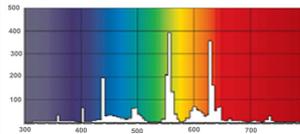
L'aggiunta di impurezze nel sodio permette di ottenere una qualità della luce migliore, in quanto appaiono altre righe di emissione, ma ciò produce un aumento del disturbo all'osservazione astronomica.

Sorgenti a vapori di sodio a bassa pressione

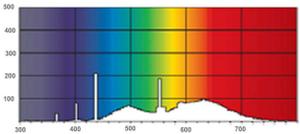
L'emissione luminosa dovuta al sodio eccitato è limitata esclusivamente alle bande in corrispondenza delle lunghezze d'onda 589 - 589,6 nm, (in prossimità del massimo della visibilità dell'occhio umano in visione fotopica). La luce emessa è dunque monocromatica, giallo-arancione.

Il disturbo all'osservazione astronomica è concentrato nelle tre bande di emissione del sodio ed è quindi eliminabile con un filtro. La luminosità del cielo prodotta da queste sorgenti disturba poco anche l'osservazione astronomica visuale.

Sorgenti fluorescenti (vapori di mercurio a bassa pressione)



Spettro di una lampada trifosfori

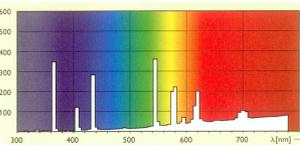


Spettro di una lampada pentafori

L'emissione luminosa dipende dalle sostanze fluorescenti presenti. Lo spettro è caratterizzato da più "bande".

Il disturbo fornito all'osservazione astronomica dipende dalle lunghezze d'onda della radiazione emessa. Il disturbo però non è particolarmente rilevante in considerazione delle ridotte potenze delle sorgenti.

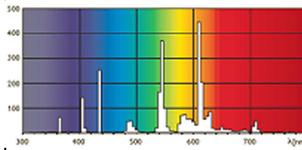
Sorgenti a luce miscelata



Il filamento di tungsteno emette radiazioni visibili nelle bande più carenti dello spettro caratteristico del vapore di mercurio (alte lunghezze d'onda). La tonalità di luce è piuttosto fredda.

Le sorgenti a luce miscelata emettono prevalentemente nella regione blu dello spettro, come succede per le sorgenti al mercurio ad alta pressione, producendo un sensibile disturbo all'osservazione astronomica a cui contribuiscono anche le radiazioni ad alta lunghezza d'onda prodotte dal filamento.

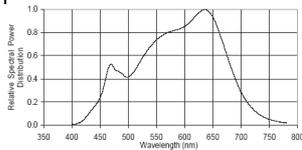
Sorgenti ad induzione



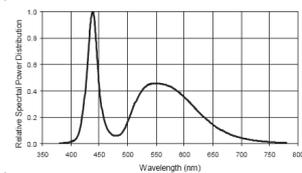
Le caratteristiche di emissione sono molto simili a quelle delle lampade a vapori di mercurio.

Per la presenza delle sostanze fluorescenti, queste sorgenti disturbano l'osservazione astronomica. Rispetto alle vapori di mercurio le emissioni luminose sono più elevate nel rosso e hanno picchi inferiori nel blu.

LED (Light Emitting Diodes)



Spettro di un LED Warm White



Spettro di un LED Cool White

Considerando i LED a luce bianca, si possono suddividere in Warm White (tonalità bianco-calda) e Cool White (tonalità bianco-fredda), a seconda della tonalità luce emessa.

In considerazione dello scarso numero di applicazioni in ambito esterno l'influenza sull'osservazione astronomica è trascurabile

EFFICIENZA LUMINOSA [lm/W]

E' il rapporto tra la quantità di flusso luminoso emesso da una sorgente e la potenza elettrica da essa assorbita:

$$\eta = \frac{\Phi_l}{\Phi_e} \quad [\text{lm/W}]$$

N.B.: La variabilità delle efficienze è legata alla tipologia della sorgente e alle potenze installate.

Sorgenti luminose

Sorgenti ad incandescenza

8 - 19

Sorgenti a ciclo di alogeni

12 - 22

Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione

36 - 59

Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione a resa cromatica migliorata

11 - 26

Sorgenti ad alogenuri metallici

72 - 108

Sorgenti ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico

80 - 100

Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione

68 - 150

Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione a resa cromatica migliorata

40 - 52

Sorgenti a vapori di sodio a bassa pressione

100 - 200

Sorgenti fluorescenti

39 - 104

Sorgenti a luce miscelata

10 - 26

Sorgenti ad induzione

65 - 70

LED (a luce bianca)

11 - 29

N.B.: i range riportati si riferiscono alle prestazioni comunemente dichiarate dai produttori: si rimanda alla documentazione tecnica per le prestazioni specifiche delle singole tipologie di sorgenti.

<i>DURATA media [ore]</i>	<i>Fattori che influenzano la durata di una sorgente</i>
<p>Numero di ore di funzionamento dopo il quale il 50% delle sorgenti di un lotto rappresentativo, in condizioni stabilite, smette di funzionare.</p>	<p>I fattori che influenzano la durata di una sorgente luminosa sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> - un naturale processo di invecchiamento - la temperatura ambiente - le variazioni del valore nominale della tensione e della frequenza di alimentazione - il numero e la frequenza di accensioni - le sollecitazioni meccaniche <p>N.B.:</p> <p>In particolare, hanno un'importanza rilevante sulla durata delle sorgenti <i>le variazioni delle tensioni di rete nella distribuzione all'utenza</i>. Per aumenti di tensione rispetto al valore della tensione nominale di</p>
<i>Sorgenti luminose</i>	
<i>Sorgenti ad incandescenza</i>	
1 000 - 2 000	
<i>Sorgenti a ciclo di alogeni</i>	
1 500 - 5 000	
<i>Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione</i>	
13 000 - 24 000	
<i>Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione a resa cromatica migliorata</i>	
12 000	
<i>Sorgenti ad alogenuri metallici</i>	
9 000	
<i>Sorgenti ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico</i>	
12 000	
<i>Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione</i>	
12 000	
<i>Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione a resa cromatica migliorata</i>	
5 000	
<i>Sorgenti a vapori di sodio a bassa pressione</i>	
10 000 - 12 000	
<i>Sorgenti fluorescenti</i>	
10 000 - 12 000	
<i>Sorgenti a luce miscelata</i>	
10 000	

<i>Sorgenti ad induzione</i>	<p>alimentazione si possono verificare riduzioni della vita delle sorgenti, a seconda delle loro caratteristiche. Il contrario avviene in presenza di riduzioni di tensione.</p>
60 000	
<i>LED (a luce bianca)</i>	
30 000 - 50 000	
<p>N.B.: i range riportati si riferiscono alle prestazioni comunemente dichiarate dai produttori: si rimanda alla documentazione tecnica per le prestazioni specifiche delle singole tipologie di sorgenti.</p>	

DECADIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO [%]	Fattori che influenzano il decadimento di una sorgente
<p>Rapporto percentuale tra il flusso luminoso emesso al termine della durata media di una sorgente (Φ_t) e il flusso luminoso iniziale (Φ_i).</p> $D = \frac{\Phi_t}{\Phi_i} 100 \text{ [%]}$	<p>L'efficienza delle sorgenti luminose muta nel corso della loro vita: ciò significa che, pur assorbendo la stessa potenza elettrica, non viene più emessa la quantità nominale di flusso luminoso.</p> <p>Questo fenomeno è influenzato principalmente da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un naturale processo di invecchiamento - dalle caratteristiche intrinseche della sorgente - la temperatura ambiente - le variazioni del valore nominale della tensione e della frequenza di alimentazione - il numero e la frequenza di accensioni - le sollecitazioni meccaniche
Sorgenti luminose	
Sorgenti ad incandescenza	
12	
Sorgenti a ciclo di alogeni	
12	
Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione	
20 - 45	
Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione a resa cromatica migliorata	
20 - 45	
Sorgenti ad alogenuri metallici	
30 - 40	
Sorgenti ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico	
30 - 40	
Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione	
10	
Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione a resa cromatica migliorata	
10	
Sorgenti a vapori di sodio a bassa pressione	
30	
Sorgenti fluorescenti	
10 - 30	
Sorgenti a luce miscelata	
40	
Sorgenti ad induzione	
30	

LED (a luce bianca)	
n.d.	

N.B.: i range riportati si riferiscono alle prestazioni comunemente dichiarate dai produttori: si rimanda alla documentazione tecnica per le prestazioni specifiche delle singole tipologie di sorgenti.

|

ASPETTO CROMATICO DELLA LUCE	
INDICE DI RESA CROMATICA Ra	TEMPERATURA DI COLORE CORRELATA [K]
<p>Definisce la capacità di una sorgente luminosa di restituire fedelmente il colore dell'oggetto o della superficie illuminata. Viene espresso con un numero compreso tra 0 (pessima restituzione dei colori) e 100 (ottima restituzione di tutti i colori).</p>	<p>E' la temperatura a cui occorre portare un corpo nero affinché emetta una radiazione di colore uguale a quella emessa dalla sorgente stessa. Esprime la tonalità cromatica di una radiazione luminosa.</p> <p>TTC<3300 K Tonalità calda 3300<TTC<5300K Tonalità neutra TTC>5300 K Tonalità fredda</p>
Sorgenti luminose :	
Sorgenti ad incandescenza	
100	2800 - 3000
Sorgenti a ciclo di alogeni	
100	3000-4000
Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione	
36 - 49	3400 - 4200
Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione a resa cromatica migliorata	
60 - 70	3400 - 4200
Sorgenti ad alogenuri metallici	
65 - 96	2800 - 6100
Sorgenti ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico	
80 - 98	3000 - 4200
Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione	
20 - 33	1900 - 2150
Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione a resa cromatica migliorata	
65 - 83	2100 - 2500
Sorgenti a vapori di sodio a bassa pressione	
0	2700
Sorgenti fluorescenti	
51 - 93	2700 - 6500

<i>Sorgenti a luce miscelata</i>	
50 - 72	3300 - 3700
<i>Sorgenti ad induzione</i>	
80	2700 - 4000
<i>LED (a luce bianca)</i>	
80	3000 - 6500
<p>N.B.: i range riportati si riferiscono alle prestazioni comunemente dichiarate dai produttori: si rimanda alla documentazione tecnica per le prestazioni specifiche delle singole tipologie di sorgenti.</p>	

PARZIALIZZAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	Implicazioni
Possibilità di regolare l'emissione di radiazione luminosa.	Recentemente si è sviluppata in ambito tecnico e normativo una notevole attenzione per la possibilità di ridurre il flusso luminoso emesso dalle sorgenti a causa della crescente sensibilizzazione al tema del risparmio energetico e della limitazione dell'inquinamento luminoso. Vi sono sorgenti più o meno adatte ad essere parzializzate e, inoltre, si può verificare una variazione spettrale della radiazione emessa.
Sorgenti di illuminazione :	
Sorgenti a incandescenza	
Si	Applicando la riduzione, il colore apparente della luce tenderà ad essere più caldo.
Sorgenti a ciclo di alogeni	
Si	Poiché nel funzionamento a bassa potenza l'evaporazione del tungsteno diminuisce prima che venga interrotto il ciclo alogeno, non vi sono limiti a questa regolazione.
Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione – Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione a resa cromatica migliorata	
Si	Tramite l'utilizzo di regolatori centralizzati del flusso luminoso si riesce ad operare una riduzione del flusso pari a circa 40%.

<i>Sorgenti ad alogenuri metallici – Sorgenti ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico</i>	
Si	Il lungo tempo di riscaldamento e la variazione cromatica di tali sorgenti può limitare le applicazioni. Alcune tipologie di sorgenti ad alogenuri risultano ancora non regolabili.
<i>Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione</i>	
Si	Tramite l'utilizzo di regolatori centralizzati del flusso luminoso si riesce ad operare una riduzione del flusso pari a circa 50%.
<i>Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione a resa cromatica migliorata</i>	
No	-
<i>Sorgenti a vapori di sodio a bassa pressione</i>	
No	-
<i>Sorgenti fluorescenti</i>	
Si, eccetto che per le fluorescenti compatte integrate	La regolazione del flusso è possibile tramite l'utilizzo di reattori elettronici ad alta frequenza regolabili.
<i>Sorgenti a luce miscelata</i>	
No	-
<i>Sorgenti ad induzione</i>	
No	-
<i>LED</i>	
Si	-
N.B.: per alcune sorgenti a scarica esistono delle limitazioni sulla riduzione del flusso luminoso, poiché comporta una variazione sensibile degli aspetti cromatici della luce emessa.	

<i>EMISSIONE DI INQUINANTI</i>	<i>Smaltimento</i>
<p>La fase di utilizzo di una sorgente comporta un impatto ambientale in termini di emissioni di CO₂, ma occorre considerare anche la fase di smaltimento delle lampade. Materiali e sostanze presenti in alcune tipologie di sorgenti, in particolare mercurio e alogenuri metallici, se non correttamente smaltiti, possono comportare il rilascio nell'ambiente di agenti nocivi e costituiscono conseguentemente un potenziale rischio ambientale.</p>	<p>In accordo con il Decreto Ronchi, n°22 del 1997, le sorgenti contenenti mercurio sono classificabili come rifiuti speciali. L'Unione Europea ha regolamentato la materia con una Direttiva, 2002/96/CE del 27/01/2003, che disciplina la raccolta, il riciclaggio e lo smaltimento di tutti i prodotti elettrici ed elettronici a fine vita. Le aziende produttrici di sorgenti si sono organizzate in un Consorzio, <i>Ecolamp</i>, che persegue la gestione sostenibile dei rifiuti di sorgenti luminose. Nello specifico il Consorzio supporta i produttori attraverso la costituzione di un sistema di raccolta, trattamento e riciclaggio dei rifiuti che rispetti quanto previsto dalle normative.</p>
<i>Sorgenti di illuminazione :</i>	
<i>Sorgenti ad incandescenza</i>	
-	<p>In fase di smaltimento non è richiesto alcun accorgimento particolare.</p>

<i>Sorgenti a ciclo di alogeni</i>	
Alogenuri e idrogenati (pochi milionesimi di grammo)	In fase di smaltimento non è richiesto alcun accorgimento particolare.
<i>Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione – Sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione a resa cromatica migliorata</i>	
Mercurio in forma metallica (30 mg)	Queste sorgenti sono contrassegnate dal codice EWC 0604 04 (rifiuti contenenti mercurio) e dal codice LAGA 353 26 (residui contenenti mercurio, sorgenti a vapori di mercurio, tubi fluorescenti). Le sorgenti provenienti da impieghi commerciali e industriali devono essere trattate da imprese di smaltimento specializzate. Gli utenti privati possono depositarle presso gli appositi punti di raccolta allestiti dai Comuni. A causa dell'elevata pressione di riempimento è necessario seguire le indicazioni che sono generalmente riportate sulla confezione.
<i>Sorgenti ad alogenuri metallici – Sorgenti ad alogenuri con bruciatore ceramico</i>	
Mercurio in forma metallica (30 mg)	Confrontare quanto riportato per le sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione.

Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione – Sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione a resa cromatica migliorata

Mercurio in forma metallica
(25 mg) L'evoluzione tecnologica sta cercando di ridurne o eliminarne la presenza

Confrontare quanto riportato per le sorgenti a vapori di mercurio ad alta pressione.

Sorgenti a vapori di sodio a bassa pressione

Poiché il sodio è facilmente infiammabile e corrosivo è necessario seguire le indicazioni riportate sulla confezione. Queste sorgenti non possono essere depositate insieme ai rifiuti domestici o nei contenitori del vetro; vanno smaltite secondo le modalità stabilite dal codice ECW 1011 02 (vetro usato) e dal codice LAGA 314 0844 (rifiuti vetrosi). Gli utenti privati possono depositarle presso gli appositi punti di raccolta allestiti dai Comuni.

Sorgenti fluorescenti

Polveri fluorescenti, che devono essere distillate per estrarre il mercurio presente;
piccole quantità di mercurio (15 mg per le fluorescenti lineari, 5 mg per le fluorescenti compatte).

Queste sorgenti sono contrassegnate dal codice EWC 0604 04 (rifiuti contenenti mercurio) e dal codice LAGA 353 26 (residui contenenti mercurio, tubi fluorescenti). La rottura di queste sorgenti può provocare il rilascio di tracce tossiche di mercurio. Le sorgenti provenienti da impieghi commerciali e industriali devono essere trattate da imprese di smaltimento specializzate. Gli utenti privati possono depositarle presso gli appositi punti di raccolta allestiti dai Comuni.

Sorgenti a luce miscelata

Mercurio in forma metallica

Queste sorgenti sono contrassegnate dal codice EWC 0604 04 (rifiuti contenenti mercurio) e dal codice LAGA 353 26 (residui contenenti mercurio, lampade a vapori di mercurio, tubi fluorescenti). Le sorgenti provenienti da impieghi commerciali e industriali devono essere trattate da imprese di smaltimento specializzate. Gli utenti privati possono depositarle presso gli appositi punti di raccolta allestiti dai Comuni.

<i>Sorgenti ad induzione</i>	
Mercurio in forma metallica	Confrontare quanto riportato per le sorgenti a luce miscelata.
<i>LED</i>	
n.d.	n.d.

AVVERTENZE



Vi sono alcuni fattori operativi che influenzano la durata e la costanza delle prestazioni delle sorgenti:

Variazioni di tensione di alimentazione

Per aumenti di tensione, rispetto al valore nominale di alimentazione, la vita di tutte le sorgenti luminose diminuisce. Per diminuzioni di tensione, invece, la durata di vita aumenta.

Le sorgenti ad incandescenza, tradizionali e a ciclo di alogeni, e le sorgenti a luce miscelata sono molto sensibili alle variazioni di tensione. All'aumento della tensione, infatti, corrisponde un aumento della velocità di vaporizzazione del filamento di tungsteno.

Nel caso di sorgenti a scarica, l'aumento della tensione di alimentazione provoca una riduzione dell'emissione luminosa ed un aumento della temperatura. Brevi ma brusche diminuzioni di tensione possono portare allo spegnimento delle sorgenti a scarica; frequenti spegnimenti e riaccensioni a seguito di microinterruzioni, portano ad una riduzione della vita della sorgente. Le sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione sono in generale più sensibili alle variazioni di tensione rispetto alle altre lampade a scarica, in relazione alla tecnologia utilizzata nel tubo di scarica.

<i>Posizione di funzionamento</i>	Per alcune sorgenti è prescritta una posizione obbligata; se questa non viene rispettata la sorgente non funziona correttamente e la sua durata di vita ne viene influenzata. Per sapere se la sorgente che si vuole utilizzare necessita di un posizionamento obbligato consultare i cataloghi forniti dai produttori; in generale si può dire che necessitano di una posizione obbligata le sorgenti a vapori di mercurio a luce miscelata, a vapori di sodio a bassa pressione, alcune versioni di sorgenti a vapori di sodio ad alta pressione e ad alogenuri metallici.
<i>Urti e vibrazioni</i>	Possono determinare nelle sorgenti ad incandescenza la rottura del filamento, in quelle a scarica l'alterazione dell'equilibrio dell'arco tra gli elettrodi, con notevoli riduzioni di vita.
<i>Temperatura ambiente</i>	La temperatura ambiente solitamente influenza in modo modesto la durata delle sorgenti. In ogni caso i costruttori precisano entro quali limiti la sorgente funziona correttamente. In generale le sorgenti a scarica possono presentare problemi a temperature molto basse.
<i>Frequenza di accensioni</i>	E' un parametro che influenza in particolare le sorgenti a scarica, in relazione alle più elevate sollecitazioni che si generano.

Scelta delle sorgenti luminose

La scelta della sorgente si rivela fase essenziale del progetto illuminotecnico e dipende da numerose variabili e dai requisiti su cui si basa il progetto stesso.

E' necessario, infatti, considerare che ogni scelta progettuale deve essere valutata in base alle condizioni specifiche che caratterizzano l'intervento, evidenziando quali finalità prevalgono nella situazione in esame.

Nell'ottica di considerare il progetto della luce quale strumento integrato a livello urbanistico si possono assumere quali obiettivi prioritari da conseguire:

- la riduzione dell'inquinamento luminoso;
- la sostenibilità ambientale;
- il risparmio energetico;
- la qualità della luce.

Da un punto di vista prestazionale, in relazione alla priorità dell'obiettivo, si possono considerare tra i diversi parametri che caratterizzano una sorgente luminosa, quelli che maggiormente concorrono al raggiungimento dell'obiettivo da considerare:

OBIETTIVO	PARAMETRI
riduzione dell'inquinamento luminoso	spettro di emissione, parzializzazione del flusso luminoso
sostenibilità ambientale	durata, emissione di inquinanti
risparmio energetico	efficienza luminosa, durata, decadimento del flusso luminoso, parzializzazione del flusso luminoso
qualità della luce	decadimento del flusso luminoso, aspetto cromatico

2.2 Prestazioni degli apparecchi di illuminazione

L'apparecchio di illuminazione è il componente d'impianto che contiene e protegge la sorgente luminosa ed i relativi ausiliari elettrici, provvedendo all'alimentazione elettrica e direzionando il flusso luminoso, al fine di ottenere una distribuzione del flusso luminoso nello spazio che sia coerente con le esigenze per le quali l'apparecchio è scelto.

Per una valutazione ed un confronto tra le tipologie di apparecchi, ai fini di una scelta progettuale coerente, orientata al risparmio energetico, alla limitazione dell'inquinamento luminoso, alla sostenibilità ambientale e alla qualità, si sono individuati quali parametri significativi:

- **indicatrice di emissione**
- **rendimento luminoso**
- **qualità del prodotto**

Il confronto e la valutazione deve essere operata per tipologie di apparecchi utilizzabili in ambiti di intervento omogenei. Si sono individuate due tipologia di intervento:

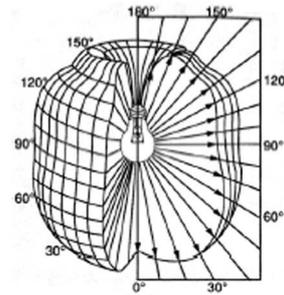
- **illuminazione stradale**
- **illuminazione di aree urbane**

INDICATRICE DI EMISSIONE

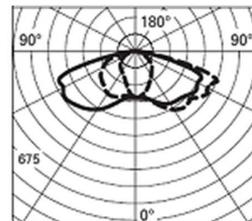
Curva che rappresenta la distribuzione dell'intensità luminosa di un apparecchio in un piano passante per il centro luminoso.

Le indicatrici di emissione rappresentano la distribuzione spaziale delle intensità luminose dell'apparecchio riferite a sezioni del solido fotometrico.

Generalmente le sezioni di maggior interesse sono quelle che si riferiscono al piano trasversale e al piano longitudinale, per cui le modalità di emissione di un apparecchio sono rappresentate da due curve fotometriche.



Sulla curva fotometrica è possibile leggere direttamente i valori di intensità luminosa, solitamente riferiti ad un flusso luminoso di 1000 lumen, in relazione all'angolo considerato.



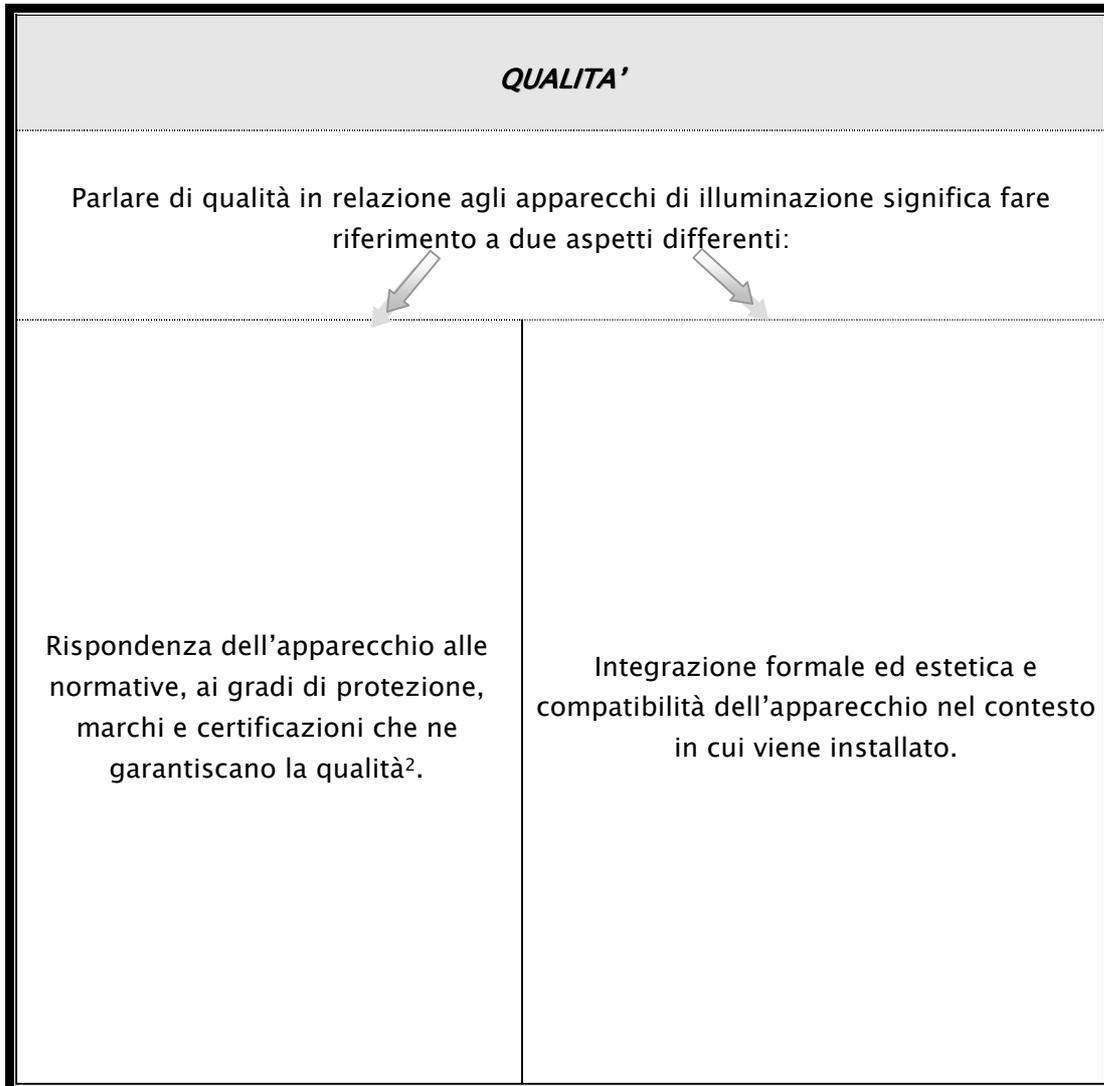
RENDIMENTO LUMINOSO

Rapporto percentuale tra il flusso emesso dall'apparecchio (ϕ_a) ed il flusso emesso dalla sorgente (ϕ_s):

$$\eta_a = \frac{\phi_a}{\phi_s} \%$$

Indica la proprietà di un apparecchio di distribuire il flusso luminoso prodotto dalle sorgenti in relazione all'assorbimento dei suoi componenti.

N.B. : la scelta fra apparecchi di illuminazione non può essere operata unicamente riferendosi ad un apparecchio con rendimento maggiore: la prestazione di un apparecchio è infatti connessa alla distribuzione del flusso in modo adeguato per ogni applicazione. Il confronto fra i rendimenti di diversi apparecchi va fatto solo se le caratteristiche fotometriche sono effettivamente comparabili, privilegiando la rispondenza delle caratteristiche di emissione ai requisiti richiesti e scegliendo l'apparecchio con rendimento più elevato tra quelli che garantiscono le medesime prestazioni.



² Gli apparecchi di illuminazione devono essere conformi alle norme CEI EN relative, al Decreto Legge 15 novembre 1996, n. 615 ed essere certificato da Ente Terzo appartenente all'ambito CCA-CENELEC Certification Agreement - (Marchio ENEC, IMQ o equivalente).

Il costruttore degli apparecchi deve essere dotato di Certificazione di Sistema di Qualità ISO EN 9002 o superiore.



Gradi di protezione

Grado di protezione contro gli agenti esterni

	<i>1° cifra</i>	<i>Descrizione</i>
	0	Non protetto
	1	Protetto contro corpi solidi >50 mm
	2	Protetto contro corpi solidi >12 mm
	3	Protetto contro corpi solidi >2,5 mm
	4	Protetto contro corpi solidi >1 mm
	5	Protetto contro la polvere
	6	Totalmente protetto
Protezione dell'apparecchio nei confronti di agenti atmosferici solidi e liquidi. E' contrassegnato dal grado di protezione IP seguita da due cifre:	<i>2° cifra</i>	<i>Descrizione</i>
	0	Non protetto
	1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua
	2	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua con inclinazione fino a 15°
	3	Protetto contro la pioggia
	4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua
	5	Protetto contro getti d'acqua
	6	Protetto contro ondate
	7	Protetto contro immersione
8	Protetto contro sommersione	

Grado di protezione elettrica		
	Classe	Descrizione
Protezione che l'apparecchio fornisce in rapporto al contatto accidentale con parti normalmente in tensione (Norma EN 60598_1):	0	Con isolamento funzionale, ma privo di doppio isolamento rinforzato in ogni parte e senza dispositivi per la messa a terra
	I	Con isolamento funzionale in ogni parte e terminale o morsetto di terra se fisso, o di cavo elettrico di alimentazione completo di conduttore di terra e di relativa spina con contatto di terra se mobile
	II 	Con doppio isolamento e/o isolamento rinforzato in ogni parte e senza dispositivi per la messa a terra
	III 	Previsto per il collegamento a circuiti a bassissima tensione, senza alcun circuito interno o esterno funzionante a tensione diversa da quella bassissima di sicurezza
Grado di sicurezza termica		
Idoneità dell'apparecchio di illuminazione ad essere installato su superfici con differenti caratteristiche di infiammabilità:		L'apparecchio può essere installato su superfici normalmente infiammabili (temperatura di accensione > 200°C)
		L'apparecchio è idoneo all'installazione su superfici normalmente infiammabili e a essere ricoperto da materiale termicamente isolante

		L'apparecchio non è idoneo all'installazione su superfici normalmente infiammabili
Marchi di qualità		
IMO		
	Il marchio italiano viene concesso dall'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (<i>IMQ</i>), che ha il compito di accertare la rispondenza degli apparecchi alle prescrizioni di sicurezza contenute nelle norme. I marchi di ciascuno stato europeo sono da considerare equivalenti.	
IMO Performance		
	Il marchio <i>IMQ Performance</i> attesta le prestazioni del prodotto verificando nei laboratori accreditati: curve fotometriche, tabelle dell'intensità luminosa, diagrammi delle luminanza, curve di abbagliamento e rendimento.	
CE		
	E' obbligatoria per la commercializzazione dei prodotti all'interno dell'Unione Europea una <i>marcatatura CE</i> , che dichiara la conformità del prodotto alle Direttive fornite dall'Unione Europea.	
ENEC		
	In abbinamento e non in sostituzione del marchio CE possono essere usati dei marchi di conformità, come il <i>marchio ENEC</i> , che testimonia la rispondenza dei prodotti a tutte le norme europee ad esso applicabili e garantisce l'affidabilità dell'azienda e del suo sistema produttivo e organizzativo. Il codice distintivo per l'Italia è 03.	

Certificazioni

UNI EN ISO 9000-1



L'ottenimento della *certificazione UNI EN ISO 9000-1* è di fondamentale importanza per la garanzia di qualità, affidabilità e continuità nella ricerca, nella produzione e nella distribuzione dei prodotti da parte dell'azienda.

CLASSIFICAZIONE DEGLI APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE STRADALE

in base alla direzione di intensità massima e all'intensità emessa per angoli superiori a 80°		in base al grado di schermatura e a parametri significativi del solido fotometrico (Pubblicazione CIE, n°34/1976)		
Categoria	Direzione di intensità massima	Valore massimo ammissibile di intensità per angoli di		<p>throw γ_{MAX} = direzione nella quale viene emessa la maggiore quantità di flusso luminoso in senso longitudinale alla strada.</p> <p><i>Corto</i> $\gamma_{MAX} < 60^\circ$ <i>Medio</i> $60^\circ \leq \gamma_{MAX} \leq 70^\circ$ <i>Lungo</i> $\gamma_{MAX} > 70^\circ$</p>
		90°	80°	
<i>Cu-off</i> (schermato)	$\leq 65^\circ$	10 cd/klm *	30 cd/klm	<p>spread γ_{90} = grado di asimmetria di un apparecchio; capacità di orientare il flusso luminoso verso il centro della strada.</p> <p><i>Stretto</i> $\gamma_{90} < 45^\circ$ <i>Medio</i> $45^\circ \leq \gamma_{90} \leq 55^\circ$ <i>Largo</i> $\gamma_{90} > 55^\circ$</p>
<i>Semi Cut-off</i> (parzialmente schermato)	$\leq 75^\circ$	50 cd/klm *	100 cd/klm	
<i>Non Cut-off</i> (non schermato)	-	1000 cd	-	
<p>* I valori ammissibili a 90° non devono superare il limite di 1000 cd assolute, indipendentemente dal flusso luminoso emesso dalla sorgente.</p>				<p>control <i>SLI</i> = grado di schermatura e di protezione contro l'abbagliamento.</p> <p><i>Minimo</i> <i>SLI</i> < 2 <i>Sufficiente</i> $2 \leq \text{SLI} \leq 4$ <i>Buono</i> <i>SLI</i> > 4</p>

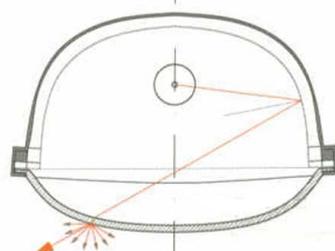
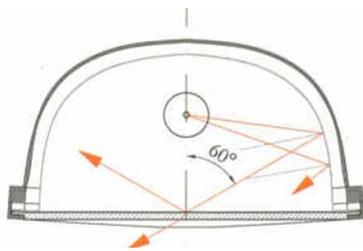
**TECNOLOGIE PER LA LIMITAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO NEGLI
APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE STRADALE**

VETRO DI CHIUSURA PIANO

VETRO DI CHIUSURA A COPPA

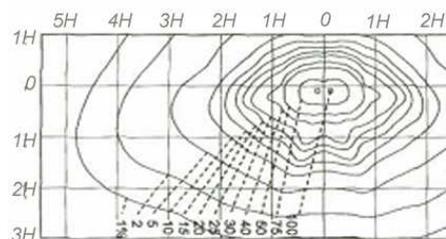
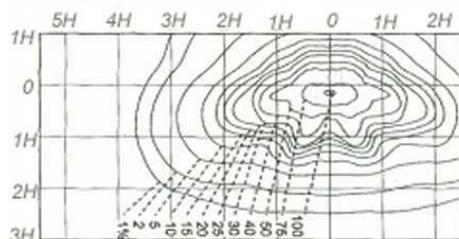
Se installato orizzontalmente, un apparecchio dotato di vetro di chiusura piano garantisce emissioni praticamente nulle nell'emisfero superiore ($R_n = 0 \div 0,5\%$).

Se installato orizzontalmente, un apparecchio dotato di vetro di chiusura a coppa produce una quota minima di emissioni rivolte nell'emisfero superiore ($R_n = 2,5 \div 3,8\%$).



A incidenza radente (inclinazione rispetto alla verticale pari a 60–70°) il vetro piano riflette verso l'interno una parte non trascurabile delle emissioni (fino al 45% della luce incidente).

A incidenza radente (inclinazione rispetto alla verticale pari a 60–70°) il vetro a coppa trasmette quasi la totalità delle radiazioni emesse, riflettendone verso l'interno una quota minima (circa l'8% della luce incidente).



Minore area illuminata, necessità di installare un maggior numero di apparecchi, con un maggior flusso incidente sul piano stradale.



Maggiori costi di installazione e gestione, maggior consumo energetico e maggior flusso riflesso dalle superfici illuminate.

Maggiore area illuminata, necessità di installare un minor numero di apparecchi, con un minor flusso incidente sul piano stradale.



Minori costi di installazione e gestione, risparmio energetico e minor flusso riflesso dalle superfici illuminate.

CLASSIFICAZIONE DEGLI APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE URBANA

Viene generalmente effettuata in base alle modalità di interazione, controllo e distribuzione del flusso luminoso da parte del sistema ottico.

RIFLETTORI, nei quali sono utilizzate superfici speculari opportunamente sagomate per riflettere le radiazioni luminose prodotte dalla sorgente e concentrarle entro un angolo di emissione luminosa più o meno ampio, impedendo la visione diretta della sorgente per alcune direzioni d'osservazione. La distribuzione delle intensità luminose riflesse nelle varie direzioni è legata alla forma e alle caratteristiche di tale riflettore ed al posizionamento della sorgente.



RIFRATTORI, nei quali la distribuzione del flusso luminoso della sorgente viene modificata facendo passare la luce attraverso elementi realizzati in vetro, materiale plastico o in altri materiali trasparenti o semitrasparenti ed opportunamente sagomati, che sfruttano il principio della rifrazione. La superficie di questi elementi presenta delle scanalature, il cui profilo ed orientamento sono determinanti al fine di convogliare parte del flusso verso una o più direzioni e al fine di ridurre la luminanza complessiva della sorgente.



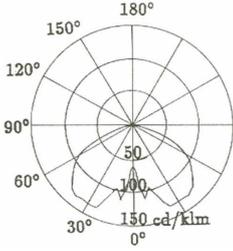
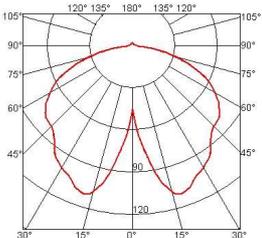
DIFFUSORI, nei quali la luce viene diffusa facendola passare attraverso materiali translucidi in vetro, materiali plastici, riducendo la luminanza della sorgente.

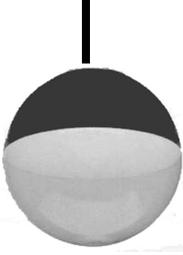
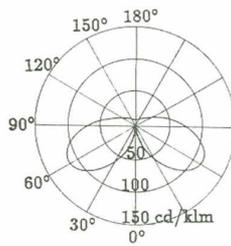
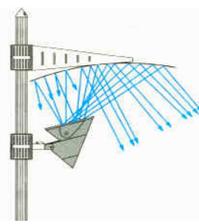
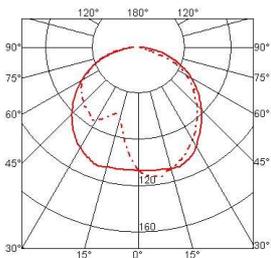
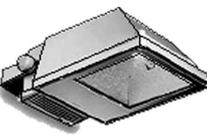
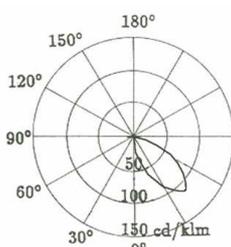


**TECNOLOGIE PER LA LIMITAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO NEGLI
APPARECCHI PER L'ILLUMINAZIONE URBANA**

Dispositivi e accorgimenti tecnologici introdotti dai produttori in seguito alla maggiore sensibilizzazione al tema del controllo dei flussi dispersi verso l'alto e in seguito all'emanazione di specifiche leggi regionali sull'inquinamento luminoso, al fine di operare un controllo sulle modalità di emissione e sul grado di schermatura degli apparecchi per l'illuminazione di aree urbane.

(N.B.: Viene di seguito proposta una sintetica panoramica della produzione di apparecchi che prestano particolare attenzione alla riduzione del flusso emesso verso l'alto. Questa panoramica non è esaustiva ma semplicemente esemplificativa, al fine di fornire una chiave di lettura per operare delle scelte progettuali che integrino nel quadro esigenziale anche la limitazione dell'inquinamento luminoso.)

TIPOLOGIA DI APPARECCHIO	CURVA FOTOMETRICA	CARATTERISTICHE PRINCIPALI
	 <p align="center">$Rn \cong 0,3 + 3,5\%$</p>	<p>L'aspetto esteriore è analogo a quella delle lanterne tradizionali, ma la sorgente viene montata all'interno del tettuccio in un riflettore, in modo che i bordi del tettuccio riducano l'emissione di luce verso l'alto.</p>
 <p align="center">$Rn \cong 10\%$</p>	<p>La sorgente è protetta da un dispositivo compatto composto da alette frangiluce che schermano l'emissione luminosa prodotta dalla sorgente.</p>	

	 <p style="text-align: center;">$R_n \cong 10\%$</p>	<p>La forma rimane quella del globo tradizionale, ma l'emisfero superiore è costituito da materiale opaco, in modo da ridurre le emissioni dirette verso l'alto.</p>
	 <p style="text-align: center;">$R_n \cong 5\%$</p>	<p>Apparecchio ad illuminazione indiretta che utilizza uno schermo diffusore posto ad intercettare il flusso luminoso prodotto da un proiettore montato su palo a distanza e inclinazione predefinite.</p> <p>N.B.: occorre verificare la posizione reciproca tra apparecchi e schermo diffusore nelle fasi di realizzazione e manutenzione.</p>
	 <p style="text-align: center;">$R_n \cong 2 \div 100\%$ a seconda dell'inclinazione di montaggio</p>	<p>I proiettori asimmetrici emettono il massimo dell'intensità luminosa con un angolo elevato rispetto alla perpendicolare all'apparecchio, riducendo la necessità di inclinarlo, limitando quindi le emissioni dirette nell'emisfero superiore.</p> <p>N.B.: occorre verificare l'inclinazione dell'apparecchio nelle fasi di realizzazione e manutenzione.</p>

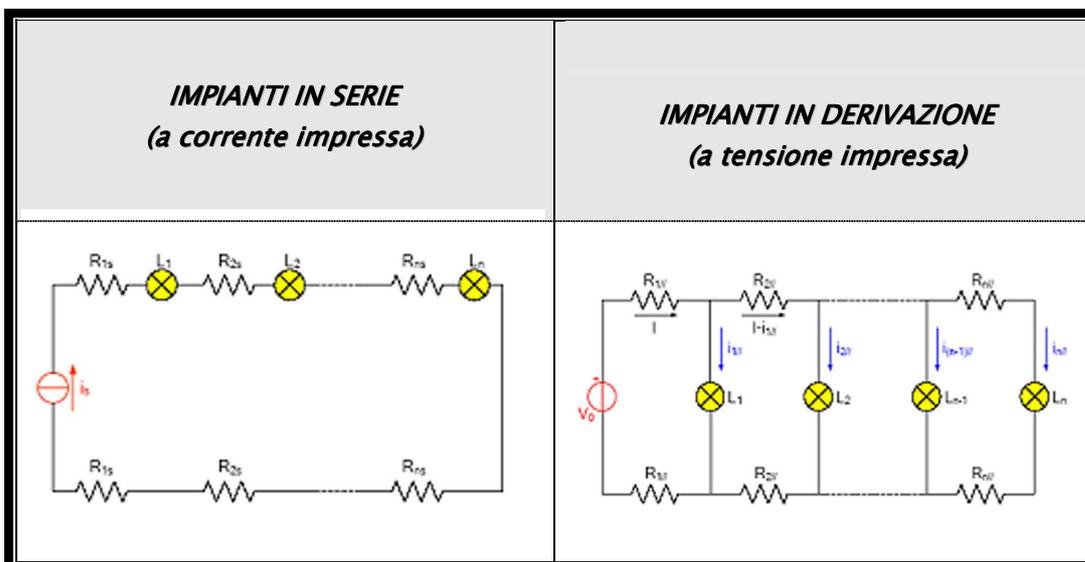
2.3 Prestazioni degli impianti di illuminazione

Gli impianti di illuminazione sono classificabili in due tipologie, a seconda della tecnologia di alimentazione utilizzata:

- **Impianti alimentati in serie**, detti anche a corrente impressa
- **Impianti alimentati in derivazione**, detti anche a tensione impressa.

Se fino agli anni '70 si poteva constatare la contemporanea presenza delle due tipologie di impianto nel campo dell'illuminazione pubblica in Italia, dagli anni '70 in poi, si è registrata una progressiva conversione degli impianti in serie in impianti in derivazione, a causa della diminuzione di impiego di sorgenti a incandescenza a favore di sorgenti a scarica nei gas e della maggior complessità della serie, dovuta alla presenza di alta tensione e di dispositivi e componenti per la regolazione della tensione.

A partire dagli anni '90, però, si è ravvisato un nuovo interesse per la serie riconducibile sia allo sviluppo dell'elettronica, sia alla continuità nella ricerca e nello sviluppo degli impianti a corrente impressa, assicurata dal suo continuo uso in ambito aeroportuale. Gli impianti in serie, dunque, che ad oggi possono essere utilizzati anche in presenza di sorgenti luminose a scarica e possono conoscere una fase di sviluppo grazie alle innovazioni introdotte dalle moderne tecnologie.



Caratteristiche generali dell'impianto:

Tensione di esercizio

L'impianto è in media tensione MT con sottocircuiti o parti in bassa tensione BT. Essendo la tensione più elevata rispetto ai sistemi in derivazione, comporta maggiore cura nell'esecuzione delle installazioni.

Bassa tensione BT, come nelle ordinarie reti di distribuzione.

Estensione lineare dei circuiti

E' possibile alimentare estensioni molto elevate da un'unica cabina. Le sezioni dei conduttori rimangono modeste rispetto a quelle degli impianti in derivazione, ma le tensioni nel caso di linee lunghe sono molto elevate.

A causa delle cadute di tensione lungo la linea non è possibile alimentare circuiti molto lunghi.

Numero di punti di alimentazione

Basso.

Elevato.

Sensibilità alle variazioni di tensione

Sia nel caso di trasformatori a corrente costante, sia nel caso di convertitori elettronici si ha un'elevata insensibilità ai disturbi di rete, anche in caso di microinterruzioni di durata non eccessiva.

Maggiore sensibilità alle variazioni di tensione. L'adozione del regolatore di tensione consente di ridurre notevolmente l'entità. Le cadute di tensione che possono manifestarsi lungo la linea determinano una variazione di tensione tra le diverse sorgenti che presentano delle caratteristiche prestazionali ben definite alla tensione nominale. Al variare della tensione variano quindi le prestazioni, sia in termini di flusso luminoso emesso, sia in termini di durata di vita e di resa cromatica. Il sistema risente notevolmente delle microinterruzioni, soprattutto se non regolato, con conseguente spegnimento delle sorgenti.

Emissione di flusso luminoso

Elevata uniformità di emissione luminosa. Il flusso luminoso, infatti, è funzione della corrente, che è la medesima per tutte le sorgenti.

A causa delle cadute di tensione lungo la linea, il flusso luminoso risulta maggiore per le sorgenti più vicine al punto di alimentazione. Ne consegue una disuniformità nell'emissione luminosa.

Durata di vita delle lampade

Tutte le sorgenti sono alimentate dalla stessa corrente e sono conseguentemente sottoposte allo stesso decadimento. Inoltre, eliminando le sovracorrenti all'accensione, la corrente impressa può essere ridotta entro valori tali da limitare le sollecitazioni che incidono sulla vita della sorgente. Infatti, grazie all'uso di dispositivi elettronici, si ha la possibilità di avere una corrente crescente a rampa.

A causa delle cadute di tensione lungo la linea, si verifica una disuniformità del decadimento dei componenti.

L'invecchiamento delle sorgenti si traduce in un aumento della tensione necessaria a mantenere stabile l'arco (in particolare nelle sorgenti a vapori di sodio); in uno stesso circuito possono quindi trovarsi inserite sorgenti le cui tensioni d'arco differiscono tra loro.

<i>Risparmio energetico</i>	
Essendo possibile alimentare estese aree da un'unica cabina, nella quale è concentrata una potenza rilevante, è possibile usufruire di tariffe ridotte.	Può essere eseguita una riduzione programmata a rampa della tensione, con un apposito regolatore di tensione.
<i>Variazioni ed integrazioni al circuito</i>	
Sempre eseguibili e di facile realizzazione.	Non sempre eseguibili.
<i>Telecontrollo</i>	
Agevolato dal numero limitato di cabine intermedie.	Complesso in relazione al numero elevato di cabine intermedie.
<i>Diagnostica guasti</i>	
Possibile mediante inserimento di dispositivi di individuazione guasti e trasmissione a postazioni di supervisione.	Possibile mediante inserimento di dispositivi di individuazione guasti e trasmissione a postazioni di supervisione.
<i>Guasti a terra</i>	
L'impianto rimane in servizio salvo diversa scelta di gestione dell'impianto. La misura della resistenza verso terra viene continuamente rilevata e gestita dal regolatore di corrente.	Pongono fuori servizio tutto l'impianto.
<i>Ricerca del guasto a terra</i>	
Rapida.	Difficile. Finchè la posizione del guasto a terra non è individuata ed il guasto rimosso non è possibile attivare il circuito.

<i>Cortocircuiti</i>	
<p>Con cavi unipolari (totalità delle installazioni moderne) si può verificare il cortocircuito solo se il cavo di ritorno segue lo stesso percorso di quello di andata. In ogni caso viene messa fuori servizio solo la porzione di rete a valle del guasto e le sorgenti comprese tra il regolatore ed il punto di guasto continuano a rimanere in servizio.</p>	<p>Pongono fuori servizio tutto l'impianto, in quanto il guasto si ripercuote su tutti i rami del sistema e richiede un interruttore magnetotermico con relè differenziale di tipo selettivo su tutti i rami.</p>
<i>Ricerca del guasto da cortocircuito sull'annacchio diminuzione</i>	
<p>Rapida. La posizione di un cortocircuito può essere immediatamente localizzata attivando il circuito stesso.</p>	<p>Difficile. Finché la posizione del cortocircuito non è individuata ed il guasto rimosso non è possibile attivare il circuito.</p>
<i>Misura dell'isolamento verso terra</i>	
<p>Continua e con possibilità di intervento senza interruzione del servizio in tutti i casi di perdite di isolamento progressive.</p>	<p>Normalmente non viene eseguita, con conseguente limitazione delle possibilità di intervento preventivo.</p>
<i>Sovratensioni di origine atmosferica</i>	
<p>Nessun disservizio.</p>	<p>Possono far intervenire intempestivamente gli interruttori principali ponendo fuori servizio l'impianto.</p>

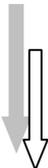
2.4 Prestazioni dei dispositivi di gestione e controllo

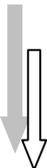
Per dispositivi di gestione e controllo si intendono generalmente quei dispositivi che consentono la **temporizzazione e la riduzione del flusso luminoso**, in base alle reali esigenze di fruizione degli ambiti illuminati. Possono essere utilizzate all'interno di una gestione orientata al risparmio energetico e alla limitazione dell'inquinamento luminoso, come previsto nella norma UNI 10349 del 2001 *"Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato"*, nella norma UNI EN ISO 13201 del 2003 *"Illuminazione stradale"* e nella maggior parte delle leggi regionali in materia di inquinamento luminoso e trattamento delle risorse energetiche.

La regolazione del flusso luminoso nell'ambito dell'illuminazione di esterni viene solitamente attuata agendo sulla tensione di alimentazione degli impianti, operando una parzializzazione "a scalini", ovvero in quote decrescenti, del flusso luminoso. Sono dunque necessari dispositivi aggiuntivi, i **regolatori di flusso luminoso**, che consentano di stabilizzare la tensione di alimentazione e di regolare la potenza erogata a circuiti di sorgenti secondo cicli programmabili in valore ed in tempo. Essi devono essere conformi alle norme tecniche di riferimento e protetti contro i radiodisturbi e le perturbazioni nelle reti di alimentazione, in conformità con il Decreto Legislativo 12 novembre 1996, n. 615.

La scelta di un regolatore di flusso luminoso deve tenere in considerazione alcuni vincoli tecnici ed economici:

- l'adozione di dispositivi per la regolazione del flusso luminoso non deve appesantire la gestione e manutenzione dell'impianto;
- è necessario analizzare le performance consentite da un prodotto (in particolare tensione massima raggiungibile $\leq 170V$, livelli di regolazione, rendimento $> 98\%$ e stabilizzazione della tensione);
- il tempo di ritorno dell'investimento deve essere ragionevole.

REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO	Caratteristiche principali
<p>Regolatore a trasformatore booster</p> 	<p>La principale caratteristica di questo tipo di regolatori risiede nel fatto che, in fase di dimmerazione, non viene mai interrotta la corrente che fluisce attraverso un trasformatore in serie, detto booster. E' indicato soprattutto per applicazioni caratterizzate da potenze superiori a 8 KW trifasi, per sorgenti a vapori di sodio e vapori di mercurio, e in generale per l'illuminazione pubblica, gallerie comprese.</p>
<p>a) Regolatore a trasformatore booster con variac</p>	<p>E' un sistema che ha una precisione dell'1% ed un rendimento pari a circa 98% perché limita i flussi dispersi e il sovraccarico del componente.</p>
<p>b) Regolatore a trasformatore booster con relè elettronico</p>	<p>A parità di precisione dello stabilizzatore (1%), ha perdite ridotte e un rendimento leggermente superiore (98,5%) rispetto alla tecnologia booster con variac; il vantaggio maggiore è l'assenza totale di manutenzione: questi componenti sono garantiti per una durata superiore ai 15 anni.</p>

<p><i>Regolatore a tecnologia elettronica di potenza</i></p> 	<p>Sono regolatori indicati per potenze medio-basse, adatti, oltre che per sorgenti a vapori di sodio e a vapori di mercurio, anche a quelle fluorescenti e a ioduri metallici. Questi regolatori sono di dimensioni compatte (220 x 120 x 230 mm), quindi sono utilizzabili sia negli impianti di illuminazione pubblica, sia negli interni. La dimmerazione delle sorgenti viene ottenuta con dei dispositivi elettronici di potenza. Per sorgenti ad incandescenza e ad alogeni l'ampiezza della dimmerazione viene ottenuta interrompendo il passaggio di corrente alla sorgente. Questo principio non è però applicabile alle sorgenti a scarica, ma esistono tecnologie (NCWI <i>Non Critical Waveform Intersection</i> e AWI <i>Adaptive Waveform Intersection</i>) che consentono di risolvere il problema.</p>
<p>a) <i>Regolatore a taglio di fase</i></p>	<p>Mediante diodi controllati, si rischia il valore efficace della tensione di uscita.</p>
<p>b) <i>Regolatore a taglio di fase simmetrica</i></p>	<p>La forma d'onda della corrente in uscita viene tagliata in modo simmetrico, mantenendo il valore massimo della tensione di uscita. In questo modo si consente l'innesco della scarica anche con valori efficaci della tensione di alimentazione molto bassi.</p>

<p style="text-align: center;"><i>Regolatore ad autotrasformatore</i></p> <p style="text-align: center;"></p>	<p>E' possibile reperire sul mercato due diverse tipologie di regolatori ad autotrasformatore, con differenti livelli di affidabilità.</p>
<p>a) <i>Regolatore ad autotrasformatore a spazzole mobili</i></p>	<p>Sono costituiti da semplici autotrasformatori, dotati di un dispositivo elettromeccanico. Consentono una parzializzazione fino a circa 50% del flusso luminoso emesso.</p>
<p>b) <i>Regolatore ad autotrasformatore a prese commutabili</i></p>	<p>Sono costituiti come i precedenti, ma dispongono di numerosi morsetti di uscita corrispondenti a tensioni di uscita diverse. Le prestazioni sono simili al precedente tipo, ma con affidabilità di solito più elevata per la mancanza di parti in movimento.</p>

3. STRATEGIE PER IL CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E PER IL CORRETTO IMPIEGO DELLE RISORSE ENERGETICHE

In via complementare all'utilizzo di tecnologie appropriate, in linea con l'evoluzione tecnologica e la crescente qualità del quadro prestazionale, è necessario prevedere e programmare una serie di azioni strategiche per la limitazione dell'inquinamento luminoso e per il perseguimento del risparmio energetico e della qualità della luce.

Tali strategie possono esplicarsi su differenti livelli: possono infatti costituire uno strumento d'azione in fase di esercizio dell'impianto stesso, ad esempio nel caso in cui si adotti una strategia di

- **TEMPORIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO,**

ma possono anche costituire uno strumento di programmazione degli interventi che viene attuato in via preventiva e previsionale, come nel caso di adozione di

- **PIANO REGOLATORE ILLUMINAZIONE COMUNALE (P.R.I.C.)**

Si ricorda inoltre la possibilità di applicazione, nel settore dell'illuminazione pubblica, del sistema di gestione denominato "Project Financing", tecnica finanziaria che rende possibile il finanziamento di opere di natura strutturale sulla base di una convergenza di interessi tra pubblica amministrazione e soggetti privati. Ciò consente, in molti casi, un miglioramento di qualità ed economicità del servizio pubblico stesso. Il gestore si impegna a garantire, secondo i termini contrattuali, la disponibilità e la continuità del servizio, la riqualificazione e la messa in sicurezza degli impianti, l'informazione sull'andamento della gestione. Il contratto, denominato *global service* dalla norma UNI 10685 e consigliato dalla Finanziaria '99 (L.488/99), consente l'accorpamento di tutte le attività riconducibili al servizio di pubblica illuminazione.

3.1 Temporizzazione e riduzione del flusso luminoso

La norma UNI 10439 *“Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato”*, aggiornata nel 2001, la Norma UNI EN ISO 13201 del 2003, *“Illuminazione stradale”* e la maggior parte delle Leggi Regionali in materia di inquinamento luminoso e trattamento delle risorse energetiche, introducono la possibilità di regolare l’emissione di luce artificiale in funzione delle reali condizioni di fruizione dell’ambito illuminato, pur senza compromettere le esigenze di sicurezza dei beni, delle persone e del traffico.

Per quanto riguarda le strade con traffico motorizzato le norme prescrivono un livello massimo di luminanza media mantenuta riferito alla condizione di maggior traffico stradale e consentono la riduzione del flusso luminoso in corrispondenza di un minor flusso di veicoli, a condizione naturalmente che si verifichi l’assenza di problemi di sicurezza. Nella Norma UNI 10439 si precisa che gli impianti devono essere muniti di dispositivi in grado di ridurre i consumi energetici e il flusso luminoso secondo valori che oscillano tra il 25 % e il 50%, in corrispondenza di una riduzione del traffico veicolare minore rispettivamente del 50% e del 75% del valore massimo.

Nel caso di ambiti di illuminazione in cui non prevalgono esigenze legate alla sicurezza, come nel caso di illuminazione decorativa e scenografica di opere e monumenti di valenza storico-architettonica o nel caso di insegne pubblicitarie, è possibile parzializzare o spegnere gli impianti di illuminazione dopo una certa ora della notte, quando, in relazione alle caratteristiche di fruizione, non si ritenga più necessaria la percezione degli oggetti illuminati.

La regolazione del flusso luminoso è dunque una strategia che riesce a coniugare efficacemente

- *limitazione dell’inquinamento luminoso*, in quanto si riduce il flusso luminoso incidente sulle superfici illuminate, limitando fortemente le riflessioni, che costituiscono una delle componenti non trascurabili dell’inquinamento luminoso.
- *risparmio energetico*, in quanto, con la riduzione di flusso emesso, si diminuisce il consumo per la produzione di energia elettrica. Inoltre gli attuali dispositivi per la riduzione del flusso (cfr. 2.4) sono in grado di operare una stabilizzazione della tensione, portando ad una riduzione del deterioramento delle caratteristiche delle sorgenti e eliminando i sovraconsumi generati dalle brusche variazioni di tensione.

3.2 Piano Regolatore Illuminazione Comunale (P.R.I.C.)

Introdotta dalla norma UNI 10819 del 1999, "*Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso*", la stesura del P.R.I.C. è stata confermata nella maggior parte delle Leggi Regionali in tema di inquinamento luminoso, come la L.R. 31/2000 della Regione Piemonte, quale strategia di ottimizzazione dell'illuminazione in ambito comunale. La L.R. 31/2000 prescrive che "*I Comuni con popolazione superiore ai 50 mila abitanti e, facoltativamente, quelli con popolazione superiore ai 30 mila abitanti, approvano Piani Regolatori dell'Illuminazione che, in relazione alle loro specificità territoriali, sono finalizzati a ridurre l'inquinamento luminoso ottico e a migliorare l'efficienza luminosa degli impianti.*" (art. 6 – Competenze dei Comuni).

Il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale si configura come uno strumento normatore integrato a livello urbanistico, condizionato profondamente, in tutti i parametri usati per la sua definizione, dalle indicazioni contenute negli altri strumenti urbanistici a livello comunale, in grado di rispondere al continuo evolversi delle esigenze della città. Il ruolo del P.R.I.C. si delinea su tre livelli:

tecnico: definisce i parametri tecnologici ed illuminotecnici in fase di progettazione, realizzazione e gestione tecnica degli impianti;

economico: impone la valutazione preventiva dei costi di realizzazione e di gestione dell'illuminazione pubblica, consente una programmazione dinamica ed ottimizzata degli interventi, rendendo possibile l'attuazione di economie di scala;

ambientale: è un piano illuminotecnico globale a servizio della città, al fine di aumentare la qualità della vita, la fruizione degli spazi e la leggibilità dell'ambito urbano.

Obiettivi del P.R.I.C. sono pertanto:

- garantire la sicurezza per il traffico veicolare, rispettando le norme tecniche e il Codice della Strada;
- migliorare la viabilità;
- garantire la sicurezza psico-fisica delle persone;
- garantire la sicurezza e l'accessibilità dei beni;
- incrementare la qualità della vita sociale attraverso una migliore fruibilità degli spazi e attraverso l'incentivazione delle attività serali;

- migliorare la percezione delle emergenze architettoniche e ambientali;
- ottimizzare i costi di esercizio e di manutenzione, attraverso una razionalizzazione di impianti e componenti;
- programmare il rinnovo degli impianti obsoleti e non più adeguati a fornire gli adeguati livelli di illuminamento e luminanza;
- conseguire il risparmio energetico;
- limitare il flusso luminoso disperso, in particolare quello che provoca abbagliamento e quello diretto verso la volta celeste, senza porre ostacoli all'innovazione tecnologica.

L'approccio metodologico che porta alla stesura di un P.R.I.C. prevede due fasi di redazione distinte:

1. **Fase di conoscenza**, che riguarda sia il territorio in esame, con le sue caratteristiche climatiche, morfologiche, architettoniche, urbanistiche, le sue emergenze e tradizioni consolidate, sia lo stato attuale del sistema di illuminazione. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, occorre analizzare la tipologia e le caratteristiche degli impianti di illuminazione esistenti (proprietà degli impianti, tipologia delle sorgenti, colore della luce, tipologia degli apparecchi di illuminazione, livelli di illuminazione ed uniformità, flusso luminoso disperso verso l'alto) utilizzando tabelle e planimetrie al fine di avere una visione globale della situazione esistente. E' altresì necessario procedere alla classificazione delle strade dal punto di vista illuminotecnico, facendo riferimento anche al Piano Urbano del Traffico (PUT) redatto in ambito comunale.
Questa prima fase rappresenta dunque il punto di partenza per delineare un primo quadro di esigenze ed obiettivi sul quale elaborare il piano.
2. **Fase progettuale**, nella quale vengono definiti i sistemi urbani omogenei, in relazione alla tipologia degli spazi e alle loro destinazioni d'uso, che possono essere rappresentati con gli stessi criteri di omogeneità anche dal punto di vista dell'illuminazione. Per ogni sistema il piano definisce la struttura, l'estetica, la funzionalità, i requisiti tecnici degli impianti, senza fornire prescrizioni limitative, ma enunciando dei criteri ordinatori che possono essere riportati su documenti scritti e su planimetrie.

I documenti che, in generale, costituiscono un PRIC sono i seguenti:

- relazione illustrativa sulla collocazione del Comune e sulle sue caratteristiche storico-ambientali;
- planimetria e documenti scritti relativi alle tipologie di impianti esistenti, analizzati sia da un punto di vista illuminotecnico, che elettrico;
- planimetrie dell'area comunale, in scale coerenti con il PRG, riportanti la zonizzazione delle aree con caratteristiche omogenee di illuminazione in relazione alle tipologie urbanistiche;
- documenti scritto-grafici su zone o edifici di particolare destinazione urbanistica, con merito di trattazione specifica;
- planimetria con l'individuazione e la classificazione delle strade;
- planimetria dell'area comunale con zonizzazione illuminotecnica e tipologie di illuminazione;
- documenti scritto-grafici riguardanti la localizzazione dei nuovi impianti, dei punti di consegna dell'energia, dei quadri elettrici, dei sistemi di controllo centralizzati, con l'indicazione delle caratteristiche progettuali;
- norme tecniche di attuazione, elevate a valore di Legge dalla redazione di un apposito Regolamento Comunale che indica le prescrizioni di carattere tipologico, progettuale ed illuminotecnico che forniscono ai vari interventi la coerenza necessaria;
- stima economica di massima dei costi di capitale e di gestione per l'attuazione del PRIC, articolata in stralci esecutivi, in rapporto alle disponibilità finanziarie e alle priorità di intervento;
- programma di manutenzione, come principale strumento di gestione attraverso cui è possibile programmare nel tempo gli interventi, si collocano le risorse occorrenti, si ottimizzano le economie gestionali ed organizzative.

APPENDICE

1. GLOSSARIO	
<i>Voce</i>	<i>Definizione</i>
<i>Abbagliamento</i>	<p>Condizione di visione nella quale sono presenti disagio o riduzione della capacità visiva, provocati da una inadatta distribuzione o gradiente di luminanza o da un contrasto eccessivo nello spazio o nel tempo.</p> <p><i>Abbagliamento diretto:</i> abbagliamento prodotto da sorgenti luminose presenti nel campo visivo.</p> <p><i>Abbagliamento riflesso:</i> abbagliamento causato dalla riflessione speculare di una o più superfici che ricevono luce da sorgenti interne o esterne al campo visivo.</p>
<i>Brillanza [W/sr m²]</i>	<p>Attributo di una sensazione visiva secondo cui una superficie appare emettere più o meno luce, definita come rapporto tra intensità energetica e superficie apparente.</p> $B = \frac{\phi_e}{d_w dA'} \quad [W/sr m^2]$ <p>Questo termine non deve essere usato come sinonimo di luminanza (vedi).</p>

<i>Candela [cd]</i>	Unità SI dell'intensità luminosa: la candela è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente di luce che emette radiazioni monocromatiche di frequenza pari a 540×10^{12} Hertz e di cui l'intensità energetica in quella direzione è pari a 1/683 Watt per steradiante.
<i>Efficienza luminosa [lm/W]</i>	<p>Rapporto tra il flusso luminoso emesso ϕ_l e la potenza elettrica assorbita ϕ_e.</p> $\eta = \frac{\phi_l}{\phi_e} \quad [\text{lm/W}]$ <p>Ogni tipo di sorgente è caratterizzato da un'efficienza luminosa specifica. L'efficienza luminosa è un parametro fondamentale delle sorgenti in quanto ad un aumento della stessa corrisponde un risparmio dei costi di energia consumata.</p>
<i>Fattore di riflessione</i>	<p>Rapporto tra flusso luminoso riflesso e quello incidente in condizioni date.</p> $\rho = \frac{\phi_l \text{ riflesso}}{\phi_l \text{ incidente}}$
<i>Flusso energetico [W]</i>	Potenza emessa, trasmessa o ricevuta sotto forma di radiazione.

<p>Flusso luminoso [lm]</p>	<p>Grandezza derivata dal flusso energetico pesato secondo la curva di sensibilità dell'osservatore di riferimento fotometrico CIE, definita come quantità di luce emessa da una sorgente nell'unità di tempo in tutto lo spettro visibile.</p>
<p>Illuminamento [lx]</p>	<p>Rapporto tra il flusso luminoso incidente su una superficie elementare e l'area della superficie elementare stessa.</p> $E = \frac{d\phi_l}{dA} \quad [\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}]$ <p>In termini pratici è la quantità di luce che perviene sulla superficie dell'oggetto osservato.</p>
<p>Intensità luminosa [cd]</p>	<p>Rapporto tra il flusso luminoso emesso da una sorgente puntiforme, per unità di angolo solido contenente la direzione data.</p> $I = \frac{d\phi_l}{d\omega} \quad [\text{cd}]$ <p>In termini pratici è la quantità di luce emessa in una data direzione dalla sorgente.</p>

Lumen [lm]	Unità SI del flusso luminoso che indica il flusso luminoso emesso nell'angolo solido unitario da una sorgente puntiforme e uniforme avente l'intensità luminosa di 1 candela.
Luminanza [cd/m²]	<p>Rapporto tra il flusso luminoso emesso o riflesso da una superficie luminosa, per unità di angolo solido in una determinata direzione, e la superficie emettente proiettata su un piano perpendicolare alla direzione stessa.</p> $L = \frac{d\phi}{dA \cos\alpha d\omega} \text{ [cd/m}^2\text{=nit]}$ <p>In termini pratici è l'intensità di luce che raggiunge l'occhio dalla superficie illuminata. La luminanza dipende dalla direzione di osservazione e dal tipo di superficie che riflette o emette la luce.</p>
Lux [lx]	Unità SI dell'illuminamento che indica l'illuminamento prodotto su una superficie con area pari ad un metro quadrato da un flusso luminoso di un lumen uniformemente ripartito sulla superficie.
Radiazione infrarossa	Radiazione elettromagnetica con lunghezze d'onda superiori a quelle della radiazione visibile.

<p><i>Radiazione ultravioletta</i></p>	<p>Radiazione elettromagnetica con lunghezze d'onda inferiori a quelle della radiazione visibile. La radiazione ultravioletta è generalmente indicata con i simboli UVA tra 315 e 400 nm, UVB tra 280 e 315 nm e UVC tra 100 e 280 nm.</p>
<p><i>Radiazione visibile</i></p>	<p>Radiazione elettromagnetica che provoca direttamente una sensazione visiva. Anche se il campo di lunghezze d'onda interessato dalla visione dipende dall'individuo e dall'illuminamento sulla retina, il limite inferiore è normalmente indicato tra 360 e 400 nm e quello superiore tra 760 e 830 nm.</p>
<p><i>Riflessione</i></p>	<p>Rinvio di una radiazione da parte di una superficie o un mezzo senza cambiamento di lunghezza d'onda delle sue componenti monocromatica.</p> <p>Per riflessione diffusa si intende la diffusione per riflessione che segue la legge di Lambert.</p> <p>Per riflessione speculare si intende una modalità di riflessione che avviene secondo le leggi dell'ottica geometrica.</p>
<p><i>Rifrazione</i></p>	<p>Modifica della direzione di una radiazione in seguito al passaggio in un mezzo otticamente non omogeneo, oppure attraversando la superficie di separazione tra mezzi diversi.</p>

<i>Ripartizione dell'intensità luminosa</i>	Rappresentazione, per mezzo di curve o tabelle, dei valori dell'intensità luminosa di una sorgente di luce in funzione di direzioni nello spazio.
<i>Steradiane [sr]</i>	Unità SI derivata dell'angolo solido che indica un angolo solido che, avendo il proprio vertice nel centro di una sfera, intercetta un'area della superficie sferica uguale a quella di un quadrato avente per lato il raggio della sfera.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AIDI, Associazione Italiana di Illuminazione, “ *Guida per il Piano Regolatore Comunale dell’Illuminazione Pubblica*”, 1998.
- ARPA Piemonte, “*Rapporto sullo stato dell’ambiente in Piemonte 2002, Cap. Produzione ed utilizzo di energia*”, 2002.
- CIE, Commission Internationale de l’Eclairage, n°126, “*Guidelines for minimizing sky glow*”, 1997.
- CIE, Commission Internationale de l’Eclairage, n°150, “*Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installation*”, 2003.
- Cinzano Pierantonio “*Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno*”, Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, 1997.
- Legge Regionale del Piemonte del 24/03/2000, n°31 “*Disposizioni per la prevenzione e lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche*”, 2000.
- Palladino Pietro (a cura di), “*Manuale di illuminazione*”, Tecniche Nuove, 2005.
- Soardo Paolo, “*Compatibilità tra illuminazione e astronomia*”, Luce, n° 6/2004.
- Soardo Paolo, Fellin Lorenzo, Iacomussi Paola e Rossi Giuseppe, “*Risparmio energetico e flusso luminoso verso l’alto*”, Luce, n°1/2003.
- Soardo Paolo, “*Risparmio energetico e flusso luminoso verso l’alto non sono sinonimi*”, Luce, n° 5/2003.
- Direttiva 93/68 “*Direttiva del Consiglio che prevede l’apposizione del marchio CE al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione*”.
- Direttiva 85/C136/01 “*Nuova strategia in materia di armonizzazione tecnica e normalizzazione*”, 17/05/1985.
- Legge 9/01/1991, n°10 “*Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*”, 1991.

Provincia di Torino, *“Linee guida per l’applicazione della L.R. 31/2000 – Indirizzi e disposizioni per la prevenzione e la lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”*, Documento di lavoro, Giugno 2003.

Rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 *“Illuminazione stradale – Parte 1: Selezione delle classi di illuminazione”*, aggiornata al settembre 2004.

UNI 10819, *“Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”*, marzo 1999.

UNI 10439 *“Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato”*, 2001.

UNI EN 13201-2, *“Illuminazione stradale – Parte 2:Requisiti prestazionali”*, 2003.

UNI EN 13201-3, *“Illuminazione stradale – Parte 3:Calcolo delle prestazioni”*, 2003.

UNI EN 13201-4, *“Illuminazione stradale – Parte 4 : Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”*, 2003.

Direttiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27/01/2003 sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche – RAEE – pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea del 13/02/03.

Forcolini Gianni, *“Lighting”*, Biblioteca Tecnica Hoepli, 2004.

Nuovo Codice della Strada, promulgato con D.Lgs. 30 aprile 1992, art.36 *“Piani urbani del traffico e piani del traffico per la viabilità extraurbana”*.