



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Metodologie di progettazione e valutazione  
di sistemi di illuminazione pubblica

*F. Bisegna, F. Gugliermetti, M. Barbalace, L. Monti*

SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
Dipartimento di Fisica Tecnica



Report RdS/2010/239

TITOLO: METODOLOGIE DI PROGETTAZIONE E VALUTAZIONE DI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Autori: F. Bisegna, F. Gugliermetti, M. Barbalace, L. Monti, (Dip. Fisica Tecnica, Università di Roma "Sapienza")

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Usi finali

Tema: Tecnologie per il risparmio energetico nell'illuminazione pubblica

Responsabile Tema: Simonetta Fumagalli, ENEA

# CONTENUTI

## Cap. I:

**Introduzione** pag. 03

## Cap. II:

**Normativa** pag. 06

## Cap. III:

**Il piano regolatore dell'illuminazione comunale** pag. 11

## Cap. IV:

**Metodologia di progettazione** pag. 13

## Cap. V:

**Considerazioni finali** pag. 31

**Riferimenti bibliografici** pag. 32

# Capitolo I

## Introduzione

Quando si parla di illuminazione delle città, è necessario distinguere i due aspetti di illuminazione pubblica e illuminazione urbana, temi profondamente differenti, con approcci distinti, nell'ambito del progetto di illuminazione degli spazi pubblici esterni.

Per illuminazione pubblica, si intende l'illuminazione funzionale di uno spazio esterno che si pone come obiettivi la rispondenza alla normativa tecnica e ai relativi parametri raccomandati.

Con l'espressione "illuminazione urbana", ci si riferisce ad una tematica molto più ampia in quanto materia che comprende varie discipline. E' un tema non ancora definito in modo esaustivo, anzi è argomento ancora poco conosciuto, contenente gli elementi caratterizzanti sia il mondo della luce, sia il mondo dell'urbanistica (la comunicazione tra spazi urbani, la valorizzazione storica ed estetica, la ricomposizione degli spazi urbani e la riqualificazione urbana, il problema dell'emergenza energetica che porta a riconsiderare l'illuminazione delle città come "esteticamente sostenibili").

Sulla base di questa differenziazione concettuale, ed analizzando l'illuminazione delle città italiane, si intuisce come in generale i progetti di illuminazione vengono realizzati prendendo in considerazione soltanto il concetto di illuminazione pubblica, pensando cioè che la luce all'interno delle città debba essere sottoposta soltanto alla regolamentazione normativa, trascurando le potenzialità che la luce ha nel momento in cui essa viene vista non come elemento esclusivamente funzionale o tecnico, ma come elemento che permette alla città di riacquistare un'identità durante la notte, di essere modellata, vestita, legata nelle sue parti, etc.

La luce è infatti in grado di restituire durante la notte la forma stessa della città, permettendo la percezione di quegli elementi essenziali che compongono il paesaggio urbano, rendendo la città riconoscibile nelle sue caratteristiche essenziali.

L'obiettivo è pertanto quello di sviluppare un approccio alla progettazione della luce che tenga in considerazione diversi criteri di analisi della città.

In questo approccio, c'è da una parte l'intenzione di "progettare" l'illuminazione urbana, dall'altra il mantenimento di un progetto dell'illuminazione che prenda in considerazione tematiche di tipo funzionale che cerchino di rendere omogeneo il paesaggio urbano.

Spesso nelle città e in particolare nei centri storici, esistono serie di elementi che rimangono isolati o che comunque non si integrano nel contesto, e questo si verifica perché non esiste un progetto di illuminazione che parta da considerazioni di insieme a livello urbano sulle caratteristiche della città. Un elemento fondamentale da richiedere ad un progetto di illuminazione urbana è quindi che si pensi al progetto partendo da un'idea di insieme della città, considerando non solo una serie di elementi cardine, ma anche il loro contesto e i loro legami con le varie parti della città, in modo che il progetto di illuminazione urbana possa, nel rispetto delle normative tecniche esistenti, avere

la forza di dare un'identità alla città notturna, considerando quindi non solo i singoli elementi che la compongono, ma analizzando anche le logiche di coesione che ci sono tra le varie parti di essa.

Questo aspetto è fondamentale, in quanto essendo la città un organismo, esso non può essere diviso in parti, ma ogni elemento deve essere riconoscibile e vivere in funzione dell'altro, e viceversa.

Queste problematiche derivano in parte dalla poca attenzione da parte delle amministrazioni verso le questioni legate al tema della luce urbana, in parte alla confusione che c'è tra i professionisti che si interessano a queste tematiche: non esiste un pensiero comune, ma solo molte figure professionali in gioco e poca collaborazione.

### **L'inquinamento luminoso**

Nella progettazione della luce urbana, fondamentale è l'approccio al problema dell'inquinamento luminoso, fenomeno che avviene quando la luce emessa dai corpi illuminanti per esterni è rivolta verso l'alto e di conseguenza dispersa. Questo fenomeno provoca danni di vario tipo: ambientali (perdita di orientamento per gli animali, alterazione dei ritmi circadiani nell'uomo), culturali (sparizione del cielo stellato a causa della troppa luce rivolta verso il cielo) ed economici (spreco di energia elettrica per zone che non necessitano di illuminazione).

Le leggi contro l'inquinamento luminoso vietano in generale flussi luminosi con componenti che superano i 90°, tranne rare eccezioni (come per le zone archeologiche). Per ovviare a questo problema, i corpi illuminanti devono essere dotati di opportuni sistemi di schermatura (cut-off) ed essere correttamente installati (Figure I.1 e I.2a,b).



Fig. I. 1 L'inquinamento luminoso in Europa

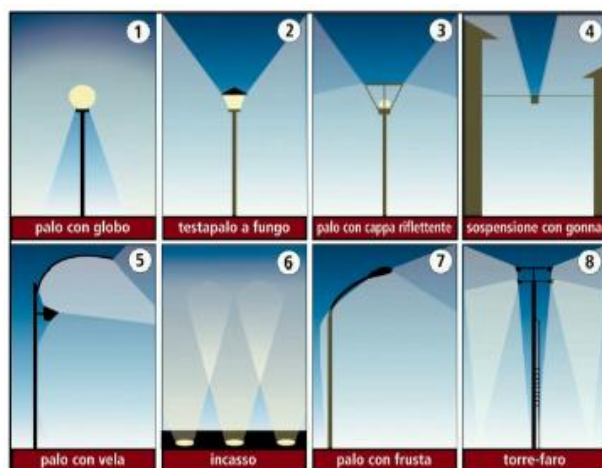


Fig. 1.2a Esempi di installazioni non conformi alla norma UNI 10819: alcune di queste tipologie possono essere facilmente adattate con delle aggiunte di elementi schermanti per la riduzione del flusso verso l'alto

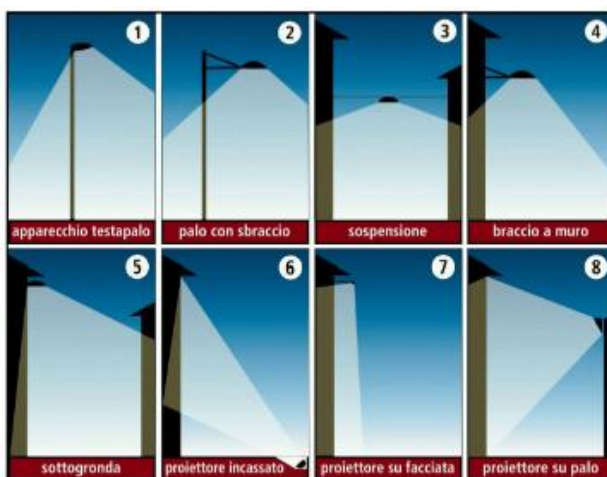


Fig.1.2b Esempi di installazioni conformi alla norma UNI 10819: i casi 6 e 8 possono essere utilizzati in particolare per l'illuminazione di monumenti storici

## Capitolo II

### Normativa

Tra i riferimenti normativi per la progettazione dell'illuminazione urbana vanno considerate le principali norme per l'illuminazione stradale e urbana a livello nazionale e internazionale:

- UNI EN 13201 (2-3-4) Illuminazione stradale: Requisiti prestazionali – Calcolo delle prestazioni- Metodi di misura delle prestazioni.
- UNI 10819 Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- CIE 115 (1995) Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic.
- L.R. n. 12 del 25 Luglio 2002 “Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata...”
- Strade con traffico misto o pedonale
- CIE 115 (1995) Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic (technical report)
- IESNA (1999) RP-3399 Lighting for exterior environments (recommended practice)
- CIE 136 (2000) Guide to the lighting of urban areas
- AIDI (1998) Guida per il piano regolatore comunale dell'illuminazione pubblica
- AIDI (1993) Raccomandazioni per l'illuminazione pubblica

Riguardo la normativa sull'illuminazione urbana, e con particolare riferimento ai piani comunali della luce, è necessario mettere in evidenza che attualmente non c'è un riferimento legislativo nazionale, ma ogni regione italiana ha le sue direttive, che nella maggior parte dei casi trattano solo la questione del controllo dell'inquinamento luminoso, non regolamentando in maniera più specifica la progettazione dell'illuminazione urbana.

Si riporta di seguito l'elenco delle leggi regionali sull'inquinamento luminoso ordinate per regione in ordine cronologico.

- **Abruzzo**

2005 – LEGGE REGIONALE N.12

Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico.

- **Basilicata**

2000 – LEGGE REGIONALE N. 41

Inquinamento luminoso e conservazione della trasparenza e stabilità atmosferica dei siti di ubicazione di stazioni astronomiche.

- **Campania**

2002 – LEGGE REGIONALE N. 12

Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell'ambiente, per la tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici.

- **Emilia Romagna**

2006 – DETERMINA DELLA REGIONE N. 14096

Determinazione del Direttore Generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa n.14096 del 12 ottobre 2006

2005 – DELIBERA DI GIUNTA – N.2263

Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della legge regionale 29 settembre 2003 n. 19 recante norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

2003 – LEGGE REGIONALE N.19

Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

- **Friuli**

2007 – LEGGE REGIONALE N.15

Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.

- **Lazio**

2005 – REGOLAMENTO ATTUATIVO DELLA L.R. 23/00 – N° 8 DEL 18/4/2005

Supplemento ordinario n. 4 al BOLLETTINO UFFICIALE n. 12 del 30-4-2005, pag 92-101

2000 – LEGGE REGIONALE N.23

Norme per la riduzione e per la prevenzione dell'inquinamento luminoso – Modificazioni alla legge regionale 6 agosto 1999, n. 14



- **Liguria**

2007 – LEGGE REGIONALE N.22

Norme in materia di energia – Titolo I, III e V

- **Lombardia**

2007 – LEGGE REGIONALE N. 5

Interventi normativi per l'attuazione della programmazione regionale e di modifica e integrazione di disposizioni legislative . BURL del 2 marzo 2007 n. 9, 2° suppl. ord.

2007 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DELLA LOMBARDIA N.8950

Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17: Linee guida per la realizzazione dei piani comunali dell'illuminazione. BURL n. 33 serie ordinaria del 13 Agosto 2007

2007 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DELLA LOMBARDIA N. VIII

Piano d'azione per l'Energia: strumento attuativo del Programma Energetico Regionale approvato con D.G.R. n. 12467 del 21 Marzo 2003. B.U.R.L. n. 34 ed. speciale del 20 Agosto 2007

2005 – LEGGE REGIONALE N.19

Disposizioni legislative per l'attuazione per l'attuazione del documento di programmazione economico finanziaria regionale, ai sensi dell'art.9 ter della legge regionale 31 marzo 1978, n. 34 – Collegato 2006

2004 – LEGGE REGIONALE N.38

Modifiche ed integrazioni alla L.r. 27 marzo 2000, N. 17

2001 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE N. 7/6162

Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01

2000 – LEGGE DELLA REGIONE N.17

Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso.

2000 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE N.7/2611

Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto.

- **Marche**

2002 – LEGGE REGIONALE N.10

Misure urgenti in materia di risparmio energetico contenimento dell'inquinamento luminoso.

- **Molise**

2002 – LEGGE REGIONALE N.2

Misure in materia di contenimento dell'inquinamento luminoso.

- **Piemonte**

LE LINEE GUIDA PER LA LIMITAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

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”.

2006 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE PIEMONTE N. 29-4373

Bollettino Ufficiale n. 48 del 30 / 11 / 2006 linee guida della regione Piemonte per l’applicazione della L.R. 31/2000 in tema di lotta all’inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

2000 – LEGGE REGIONALE N.31

Disposizioni per la prevenzione e lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche.

- **Provincia Di Novara**

2000 – Piano Energetico Provinciale Linee Guida per l’applicazione della L.R. 31/2000 in tema di lotta all’inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

- **Puglia**

2006 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE PUGLIA N. 13

Regolamento Regionale n. 13 del 22 agosto 2006

2005 – LEGGE REGIONALE N.15

Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico. B.U.R.P. n° 147 del 28/11/2005

- **Sardegna**

2008 – ALLEGATO A – CONTENUTI E MODALITA’ REDAZIONALI DEI PIANI DI ILLUMINAZIONE

Linee guida e modalità tecniche d’attuazione per la riduzione dell’inquinamento luminoso e acustico e il conseguente risparmio energetico (art. 19, comma 1, L.R. 29 maggio 2007, n. 2).

BURAS Sardegna – Anno 60, N° 13 – Parte I e II Cagliari, venerdì 11 aprile 2008

2007 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DELLA SARDEGNA N48/31

Regione Sardegna: Contenuti e modalità redazionali dei piani di illuminazione BURAS n. 13 del 11/04/2008 Regione autonoma della Sardegna – assessorato della difesa dell’ambiente linee guida per la riduzione dell’inquinamento luminoso e relativo risparmio energetico.

- **Toscana**

2004 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE TOSCANA N. 815

Linee Guida per la progettazione, l’esecuzione e l’adeguamento degli impianti di illuminazione esterna.

2000 – LEGGE REGIONALE N.37

Norme per la prevenzione dell’inquinamento luminoso.

- **Trentino**

2007 – LEGGE PROVINCIALE N.16 PROVINCIA DI TRENTO

Risparmio energetico e inquinamento luminoso.

- **Umbria**

2007 – DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE N.2

Regolamento di attuazione della legge regionale 28 febbraio 2005, n. 20 Norme in materia di prevenzione dall'inquinamento luminoso e risparmio energetico.

2005 – LEGGE REGIONALE N. 20

Norme in materia di prevenzione dall'inquinamento luminoso e risparmio energetico.

- **Valle D'Aosta**

1998 – LEGGE REGIONALE N.17

Norme in materia di illuminazione esterna.

- **Veneto**

2009 LEGGE REGIONALE N.17

Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.

1998 – DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA DELLA REGIONE VENETO N. 2301

L.R. n. 22/97 – Prevenzione dell'inquinamento luminoso. Comuni i cui territori ricadono nelle fasce di rispetto previste.

## Capitolo III

### Il Piano regolatore dell'illuminazione comunale

Il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC) nasce alla fine degli anni 1980; esso è uno strumento di pianificazione redatto dalle amministrazioni comunali per quantificare e controllare gli impianti esistenti sul territorio comunale, e per disciplinare le nuove installazioni, anche in relazione ai tempi e alle modalità di adeguamento, manutenzione o sostituzione di quelle esistenti.

Il Piano della Luce è in grado di integrarsi con altri strumenti di piano (il Piano Regolatore Generale, il Piano Particolareggiato e i Piani di Recupero, il Piano Urbano del Traffico, il Piano del Colore, il Piano del Rumore e il Piano Energetico) con l'obiettivo di ottenere sensibili miglioramenti nei seguenti campi:

- sicurezza del traffico e delle persone;
- tutela dell'ambiente;
- economia di gestione;
- arredo urbano.

Il PRIC è uno strumento operativo indispensabile poiché unisce insieme diverse esigenze: l'illuminazione corretta e funzionale di tutta la città, la valorizzazione di strade, piazze, aree pedonali, aree verdi, portici; il rinnovo razionale e programmato degli impianti, la conservazione degli apparecchi storici; la limitazione dell'inquinamento luminoso; il risparmio energetico.

Fasi previste dal PRIC:

- rilievo e analisi dell'illuminazione esistente;
- classificazione di differenti aree urbane;
- classificazione di elementi urbani di particolare significato (monumenti, chiese, piazze...) anche in rapporto alle zone adiacenti;
- pianificazione degli interventi da effettuare nelle diverse aree;
- progettazione illuminotecnica per l'attuazione degli interventi.

Essendo uno strumento urbanistico ancora non obbligatorio il PRIC, non è stato adottato dalla maggior parte dei comuni italiani. Negli ultimi anni, comunque, la linea di tendenza progettuale in termini di progettazione della luce sta procedendo attraverso l'acquisizione di questo strumento che offre un ottimo supporto in fase progettuale evitando errori e imprecisioni che in mancanza di esso potrebbero verificarsi.

## Capitolo IV

### Metodologia di progettazione

Il metodo di progettazione proposto richiede delle premesse sugli elementi da considerare; in particolare in questo modello non si fa esclusivamente riferimento alle indicazioni e alle fasi indicate dal PRIC, ma è il PRIC stesso ad essere una delle fasi della modalità di progettazione.

L'impianto di illuminazione pubblica deve innanzitutto garantire le condizioni di visibilità per la sicurezza, la scorrevolezza ed il comfort di marcia per gli automobilisti, e l'attraversamento pedonale. Tra le tipologie di strade o aree cambia la funzione e di conseguenza il tipo di illuminazione applicabile. Nelle aree con prevalente o esclusivo traffico pedonale ad esempio è fondamentale: assicurare la sicurezza ai cittadini in relazione agli incidenti stradali, sia per gli atti criminosi (scippi, aggressioni, atti vandalici...); consentire ai pedoni il riconoscimento dell'ambiente in cui si trovano; realizzare, nelle aree commerciali e verdi e nei centri storici le condizioni per cui il pedone possa apprezzare il contesto ambientale/architettonico che lo circonda.

Gli obiettivi fondamentali da perseguire nel progetto illuminotecnico delle aree urbane sono:

- Integrazione del sistema di illuminazione nel contesto urbano.
- Riduzione dell'impatto economico, energetico ed ambientale.

Gli strumenti di cui ci si può avvalere sono:

- Metodologie adeguate per la stesura dei PRIC.
- Strumenti innovativi per l'analisi ed il progetto.
- Tecnologie avanzate per la gestione ed il controllo degli impianti e per l'impiego della luce come strumento di comunicazione.
- Collaborazione tra architetti, urbanisti ed enti locali.

Tra i requisiti principali tecnico funzionali nelle aree urbane si devono considerare:

- L'illuminamento orizzontale sulla strada;
- l'illuminamento semicilindrico all'altezza dei visi;
- l'illuminamento delle facciate degli edifici;
- la limitazione dell'abbagliamento;

- la resa cromatica e la tonalità della luce;
- la limitazione dell'ingresso della luce attraverso le finestre;
- caratteristiche estetiche dell'installazione ed inserimento nel contesto urbano;
- la limitazione dell'inquinamento luminoso;
- il contenimento dei consumi energetici.

E' inoltre necessario distinguere le applicazioni illuminotecniche da effettuare in funzione della tipologia di ambiente urbano da illuminare:

- illuminazione stradale;
- illuminazione di piazze;
- illuminazione di facciate di palazzi e monumenti;
- illuminazione di grandi aree;
- illuminazione di fontane e piscine;
- illuminazione di parchi e giardini.

### **Illuminazione delle aree urbane**

L'esigenza principale è quella di illuminare piazze, monumenti e facciate di alcuni edifici mettendo in evidenza alcuni elementi rispetto ad altri, e considerando la presenza dell'illuminazione privata dei negozi e dei cartelloni pubblicitari, creando connessioni tra elementi urbani a diversi livelli.

### **Illuminazione dei centri storici**

E' necessario consentire la corretta visione dell'ambiente urbano senza alterare in modo sostanziale la percezione dei vari elementi architettonici di rilievo, andando comunque a stabilire delle gerarchie visive. In generale sono da evitare gli effetti cromatici, e i corpi illuminanti dovrebbero essere di minor impatto possibile nel contesto ambientale.

### **L'illuminazione delle facciate**

Spesso è necessario evidenziare alcuni edifici di particolare rilievo, illuminandone la facciata mediante proiettori posizionati ad opportune distanze rispetto all'ampiezza del fascio, con

l'obiettivo di ottenere adeguati illuminamenti rispetto all'ambiente circostante. Anche in questo caso, si sconsiglia di stravolgere la natura architettonica dell'edificio attraverso un'illuminazione eccessiva o mal posizionata che potrebbe alterare i rapporti tra i vari elementi, impedendone la lettura.

I corpi illuminanti possono essere collocati su pali, a terra, o su edifici circostanti. E' necessario scegliere opportunamente l'ottica dell'apparecchio in modo da ottenere la desiderata impronta luminosa. Alcune volte le facciate vengono illuminate, per scelta o per necessità, con proiettori posizionati sulle facciate stesse o in prossimità di esse, attraverso un'illuminazione radente, che enfatizza i rilievi delle superfici.

### **L'illuminazione degli edifici contemporanei**

E' necessario considerare nel progetto di illuminazione urbana l'architettura contemporanea, che risulta spesso "attiva" riguardo l'illuminazione: gli edifici stessi, nella maggior parte dei casi, emettono luce o perché dotati di involucri trasparenti ed illuminati dall'interno, oppure per la presenza di sistemi, spesso realizzati con LED o fluorescenti, che costituiscono un ornamento dell'edificio stesso.

### **L'illuminazione delle fontane**

Nel caso di illuminazione di fontane, e più in generale di giochi d'acqua, occorre associare alle tecniche idrauliche più classiche le tecnologie elettroniche ed informatiche più avanzate per gestire non solo variazioni dei getti d'acqua (forma, altezza), ma anche eventualmente della luce e dei suoni. Gli apparecchi illuminanti, i cavi e gli accessori devono rispettare le norme CEI per quanto riguarda le classi di isolamento ed il grado di protezione. Per tali applicazioni, in generale, ben si prestano le fibre ottiche. Per ottenere gli effetti desiderati, è necessario conoscere e sfruttare le caratteristiche di rifrazione, riflessione e diffusione dell'acqua e degli altri materiali adoperati

### **L'illuminazione dei giardini e dei parchi**

Per l'illuminazione degli spazi verdi, è opportuno sottolineare la geometria del giardino o del parco evidenziandone gli elementi caratterizzanti e costitutivi (alberi, arbusti, piantagioni, rocce, acqua), creando paesaggi notturni, secondo differenti viste, e nello stesso tempo rendendo sicuri i percorsi e consentendo alle persone di orientarsi facilmente. E' quindi fondamentale la conoscenza delle specie vegetali e gli elementi minerali ed acquatici presenti sul luogo.



## Scenografia urbana

Elemento fondamentale di cui tenere conto in fase progettuale, indipendentemente dall'illuminazione delle singole strade, piazze e palazzi, è il paesaggio urbano notturno che, come quello diurno, rappresenta uno degli elementi caratterizzanti delle città. La scelta di mettere in evidenza degli elementi rispetto ad altri dipende in questo caso da esigenze scenografiche. E' molto importante in tal senso lo studio del paesaggio urbano dai diversi punti di vista che si possono presentare.

## Fasi progettuali

### Fase preliminare di progettazione urbana

Nella fase preliminare è necessario fare riferimento ad uno schema generale (figura IV.1) che guida per tutta la fase analitica di progettazione. Nello schema, si mostra come la metodologia proposta suggerisca una interazione di criteri oggettivi e soggettivi per uno sviluppo coerente, sostenibile e a "misura di città" dell'illuminazione urbana.



Fig.IV. 1 Schema rappresentativo delle fasi progettuali da affrontare per l'intervento di illuminazione urbana

## **Criteri di analisi oggettivi**

### **Analisi storica**

L'analisi storica andrà effettuata sia da un punto di vista strettamente urbano che sull'illuminazione esistente, e dovrà portare ad individuare quelle caratteristiche del passato che attribuiscono oggi all'area di progetto la propria identità. In particolare, l'analisi storica dell'illuminazione avrà l'obiettivo di individuare dei punti importanti dell'evoluzione storica dei sistemi di illuminazione, piani della luce (dove esistenti), schedature degli apparecchi. Si divide in:

- Analisi storica del territorio a livello urbano
- Analisi storica dell'illuminazione

#### *L'analisi storica del territorio a livello urbano*

Questo tipo di analisi si suddivide in (Fig. IV.2):

- Analisi delle origini storico-urbanistiche
- Analisi storico-morfologica dei tessuti della città
- Analisi delle trasformazioni e delle espansioni
- Analisi storica del sistema viario
- Analisi delle emergenze storiche e monumentali

Le analisi di tipo storico possono basarsi su strumenti grafici che permettono di rendere evidenti connessioni e legami tra diverse zone, aree, quartieri delle città (Figura IV.2).

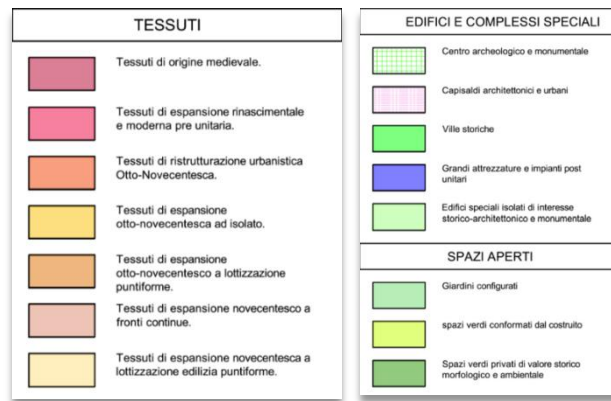


Fig.IV. 2 Analisi storica

### *L'analisi storica dell'illuminazione*

L'analisi storica dell'illuminazione richiede:

- Studio delle origini dell'illuminazione urbana del luogo in esame
- Studio dell'evoluzione e degli sviluppi dell'illuminazione urbana del luogo in esame
- Studio delle funzioni a cui risponde l'illuminazione urbana nel corso del tempo e le variazioni
- Studio dell'evoluzione delle tecnologie e le influenze sui sistemi di illuminazione urbana e quindi le implicazioni sociali sviluppatesi
- Studio delle tipologie di apparecchi che si sono succeduti sul territorio e le tecnologie correlate

Attraverso l'analisi storica emergono tutte le problematiche connesse all'assenza di legami tra l'evidenza storico – architettonica e il sistema di illuminazione esistente.

Nelle Figure seguenti si riportano esempi rappresentativi del problema: in particolare, in Fig. IV.3 gli elementi maggiormente messi in evidenza sono le balaustre dei palazzi, la torre e il marcapiano del primo livello degli edifici; in questo esempio si perdono le gerarchie degli elementi presenti all'interno della piazza, la statua dell'imperatore romano, che è il vero tema della composizione architettonica, viene addirittura messo al buio insieme alla pavimentazione, facendo perdere quell'affascinante gioco di illusioni ottiche presente nelle geometrie della piazza. In Fig. IV.4 è invece riportato un esempio in cui si evidenzia la presenza di eccessiva quantità di luce riflessa, che provoca una percezione piatta dei volumi.

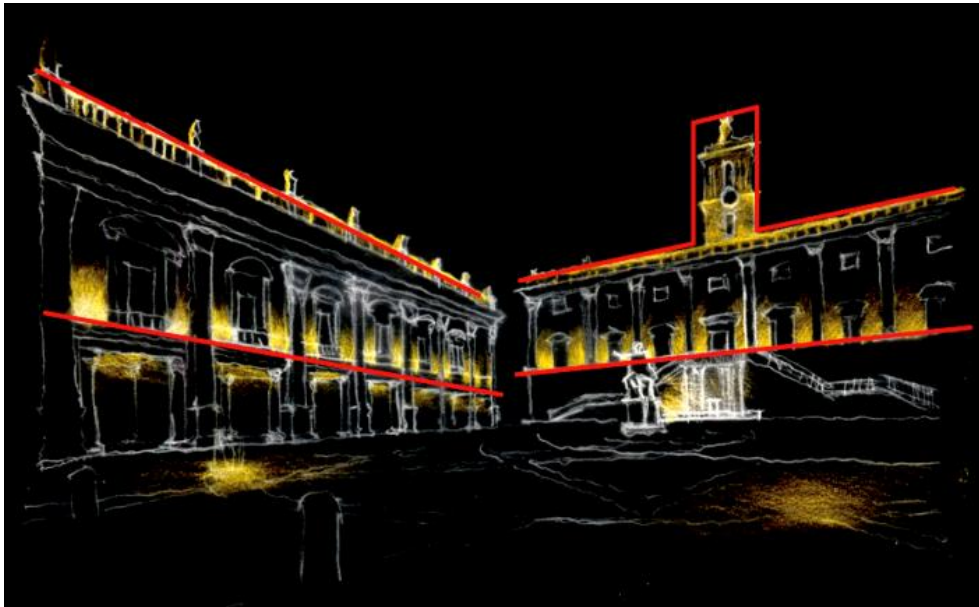


Fig. IV. 3. Piazza del Campidoglio a Roma - Esempio rappresentativo del problema:



Fig. IV.4. Esempi di eccessiva quantità di luce

## Analisi dello stato di fatto del territorio

Questo tipo di analisi si suddivide in:

- Analisi funzionale dell'area di intervento (dell'intera area, a larga scala e di dettaglio)
- Analisi della forma fisica della città (percorsi, margini, quartieri, nodi, riferimenti)
- Analisi dell'illuminazione esistente

### *L'analisi funzionale*

L'obiettivo di questa analisi è quello di dividere l'area di progetto secondo le sue varie funzioni in modo tale da avere un elaborato che descriva le esigenze funzionali dell'area. In Fig. IV.5 si mostra un esempio di analisi funzionale in cui si ha una ripartizione per livelli (di importanza) di edifici e complessi speciali, e dei sistemi dei percorsi viari.



Fig. IV.5. Analisi funzionale

## *L'analisi della forma fisica della città*

In questa fase dell'analisi, l'obiettivo è scoprire il ruolo intrinseco della forma. Nelle immagini urbane, i contenuti riferibili alla forma fisica possono venire strumentalmente classificati in 5 tipi:

- **I percorsi:** sono gli elementi lungo i quali l'osservatore si muove abitualmente, occasionalmente o potenzialmente. Possono essere strade, vie pedonali, linee di trasporti pubblici, canali, ferrovie, etc. Le persone osservano la città mentre si muovono lungo di essi e gli altri elementi ambientali sono disposti e relazionati lungo questi percorsi.

### PERCORSO CARATTERIZZATO DA UNA CONCENTRAZIONE DI USI SPECIFICI:

Sono strade caratterizzate da una concentrazione di usi distinti come negozi o servizi. Lungo questi percorsi, spesso il fruitore viene attratto dall'uso specifico di una determinata strada perdendo la dimensione urbana del suo intorno: di quel luogo, rimarrà quindi come caratteristica dominante l'uso specifico.

### PERCORSO CARATTERIZZATO DALL'ESSERE UNA VIA DI INTENSA ATTIVITA':

- a) Intensa attività pedonale.
- b) Intensa attività motorizzata.

### PERCORSO CARATTERIZZATO DA QUALITA' SPAZIALI CARATTERISTICHE:

- a) Percorsi angusti.
- b) Percorso mediamente ampio.
- c) Percorso ampio.

### PERCORSO CARATTERIZZATO DA QUALITA' MORFOLOGICHE:

Sono percorsi caratterizzati dalla presenza di speciali emergenze di facciata. Strade su cui si affacciano un numero sufficientemente elevato di edifici di valore storico, architettonico.

#### PERCORSO CARATTERIZZATO DALL'ESSERE UN ELEMENTO DI MARGINE:

Il percorso in alcuni casi diventa un elemento importante perché ha il ruolo di costeggiare un quartiere, un parco, un fiume, che diventa il perimetro di un qualcosa di definito.

#### PERCORSO CARATTERIZZATO DALL'ESSERE UN LUOGO IMPORTANTE DA CUI SONO VISIBILI ALTRE PARTI DI CITTA':

Fanno parte di questa categoria quelle strade che hanno al loro interno una forte caratteristica di luogo scenografico.

- a) strade da cui è possibile vedere il panorama della città
- b) strade da cui è possibile vedere gli elementi di sfondo dello stesso percorso (es. il sistema del tridente a Roma: l'obelisco di piazza del Popolo fa da sfondo e riferimento per chi percorre queste tre strade). Questo tipo di percorsi diventano dei luoghi scenografici dove si ha sullo sfondo l'elemento di riferimento e sui lati le facciate dei palazzi che diventano delle quinte scenografiche.

#### PERCORSO CARATTERIZZATO DA UN UTILIZZO FUNZIONALE:

Sono quei percorsi di cui si ricorda la presenza solo per motivi funzionali, perché ad esempio ci permette di collegare due punti della città in maniera più veloce

- **i margini:** sono gli elementi lineari che non vengono usati o considerati come percorsi dall'osservatore. Essi sono confini tra due diverse fasi, interruzioni lineari di continuità: rive, linee ferroviarie infossate, margini di sviluppo edilizio, mura. Margini di questa natura possono costituire barriere, che dividono una zona dall'altra, o possono essere suture, linee secondo le quali due zone sono messe in relazione ed unite l'una all'altra. Questi elementi di margine, benché probabilmente meno dominanti dei percorsi per molti costituiscono importanti caratteristiche nell'organizzazione visiva della città particolarmente per il ruolo di tenere assieme aree generalizzate come fanno l'acqua o le mura che circondano una città. I tipi margini sono:

#### MARGINI DISGREGANTI:

I margini disgreganti sono quei margini che per qualche motivo tendono a separare di netto due aree o quartieri ecc. Sono margini difficilmente valicabili.



#### MARGINI CHE HANNO LA FUNZIONE DI SUTURA:

Sono quei margini che tendono ad aiutare la sutura tra due parti di città (Nel momento in cui un margine permette la percezione visiva dell'elemento da cui è separato questo permette di incuriosire l'osservatore e quindi di favorire il passaggio da un quartiere all'altro.

#### MARGINI COME PERCORSO:

Sono quei percorsi che si vengono a creare in situazioni dove il margine, oltre ad essere un elemento di confine, rappresenta anche un'elemento di passaggio, di percorso lungo di esso per unire più punti della città.

- **I quartieri:** sono aree urbane relativamente ampie nelle quali l'osservatore può mentalmente penetrare. I quartieri posseggono qualche caratteristica generale, possono essere riconosciuti dall'interno e occasionalmente possono venire usati come riferimento esterno da una persona che passi accanto ad essi o che li avvicini. Si dividono in:

#### QUARTIERI CARATTERIZZATI DA UNA UNITA' TEMATICA MORFOLOGICA

QUARTIERI CARATTERIZZATI DAL FATTO CHE COSTITUISCONO UNA ENTITA' STORICAMENTE E SOCIALMENTE AFFERMATA COME UN RIONE O UNA BORGATA.

- **I riferimenti:** sono un altro tipo di elementi puntiformi. In questo caso l'osservatore non vi entra, essi rimangono esterni. Sono generalmente costituiti da un oggetto fisico semplicemente definito: edificio, insegna, negozio, montagna, etc. I riferimenti possono essere:

#### RIFERIMENTI CON PREMINENZA SPAZIALE A SCALA URBANA:

Questo tipo di riferimento è un elemento visibile da molte angolazioni della città, tale da simbolizzare una relazione costante con essa.

#### RIFERIMENTI CON UNA PREMINENZA SPAZIALE A SCALA LOCALE:

Sono riferimenti che stabiliscono un contrasto locale con elementi vicini, ad esempio una variazione nell'allineamento o nell'altezza.

RIFERIMENTO POSIZIONATO IN LUOGHI DOVE SI DEVONO PRENDERE DELLE DECISIONI SUL PERCORSO DA SEGUIRE (es. all'interno di un nodo estroverso.)

- **I nodi:** i nodi sono i luoghi strategici nei quali l'osservatore può entrare: tipiche sono le congiunzioni di percorsi o concentrazioni di alcune caratteristiche. Benché concettualmente essi sono piccoli punti nell'immagine della città, essi possono essere in realtà ampie piazze o forme lineari di una certa estensione o persino interi quartieri centrali, quando la città venga considerata ad un livello sufficientemente ampio (es. quando l'ambiente viene concepito a livello nazionale o internazionale, l'intera città può diventare di per se un nodo). I nodi sono luoghi che rimangono impressi nella memoria visiva perché sono punti del percorso dove bisogna prendere delle decisioni, si sceglie dove proseguire oppure in altri casi rappresentano il punto di arrivo. In generale ai nodi si può attribuire il ruolo di piazza con vari tipi di funzione dividendoli in due categorie principali:

#### NODO INTROVERSO:

Un nodo è introverso quando la sua forma è tale da essere considerata un punto di arrivo.

- a) Piazza scultura: è la piazza concepita e pensata come un unicum e non il risultato di aggiunte e di sovrapposizioni storiche. Sono piazze che mal si adattano ad una ambientazione collettiva e che invece sono molto adatte a essere frequentate in dimensione intima.
- b) Piazza mercato: sono piazze che hanno senso quando sono animate dal mercato e che appaiono deserte quando invece esso è chiuso.
- c) Le piazze salotto: sono piazze che brillano per il carattere chiuso e protettivo, brulicano di persone e le auto sono bandite, sono ricche di caffè e di panchine.

#### NODO ESTROVERSO:

- a) Piazza giostra: è una piazza che non si presta ad essere percorsa a piedi perché nata dalla convergenza di strade molto trafficate. Sono piazze in cui non ci si ferma e dove tuttoscorre assieme al traffico.
- b) Le piazze non piazze: sono piazze che sono semplicemente delle unioni di strade e sono nate per caso; pur avendo delle dimensioni spesso significative sono spesso abbandonate e non sono riconosciute come "spazi pubblici".
- c) Piazze parcheggio: sono caratterizzate da un cattivo uso moderno dello spazio, utilizzate come parcheggio per automobili, dove viene a mancare sia la vocazione di accentramento sociale sia la dimensione di vuoto armonico all'interno dello spazio urbano.

Per la classificazione delle strade:

- a) Luoghi frequentati da grandi quantità di gente e necessitano per questo motivo di riferimenti chiari per la definizione e l'individuazione del percorso.
- b) Grandi nodi di flusso pedonale: sono piazze pedonali che solitamente vengono percorse senza fermarsi per il fatto di essere dei nodi che smistano il flusso pedonale in movimento in varie direzioni.

In figura IV.6 sono rappresentati dei simboli che possono essere usati per classificare i diversi livelli: tipi di nodo, margini, percorsi; in modo da rendere più semplice l'individuazione dei rapporti funzionali ed estetici tra i diversi elementi.

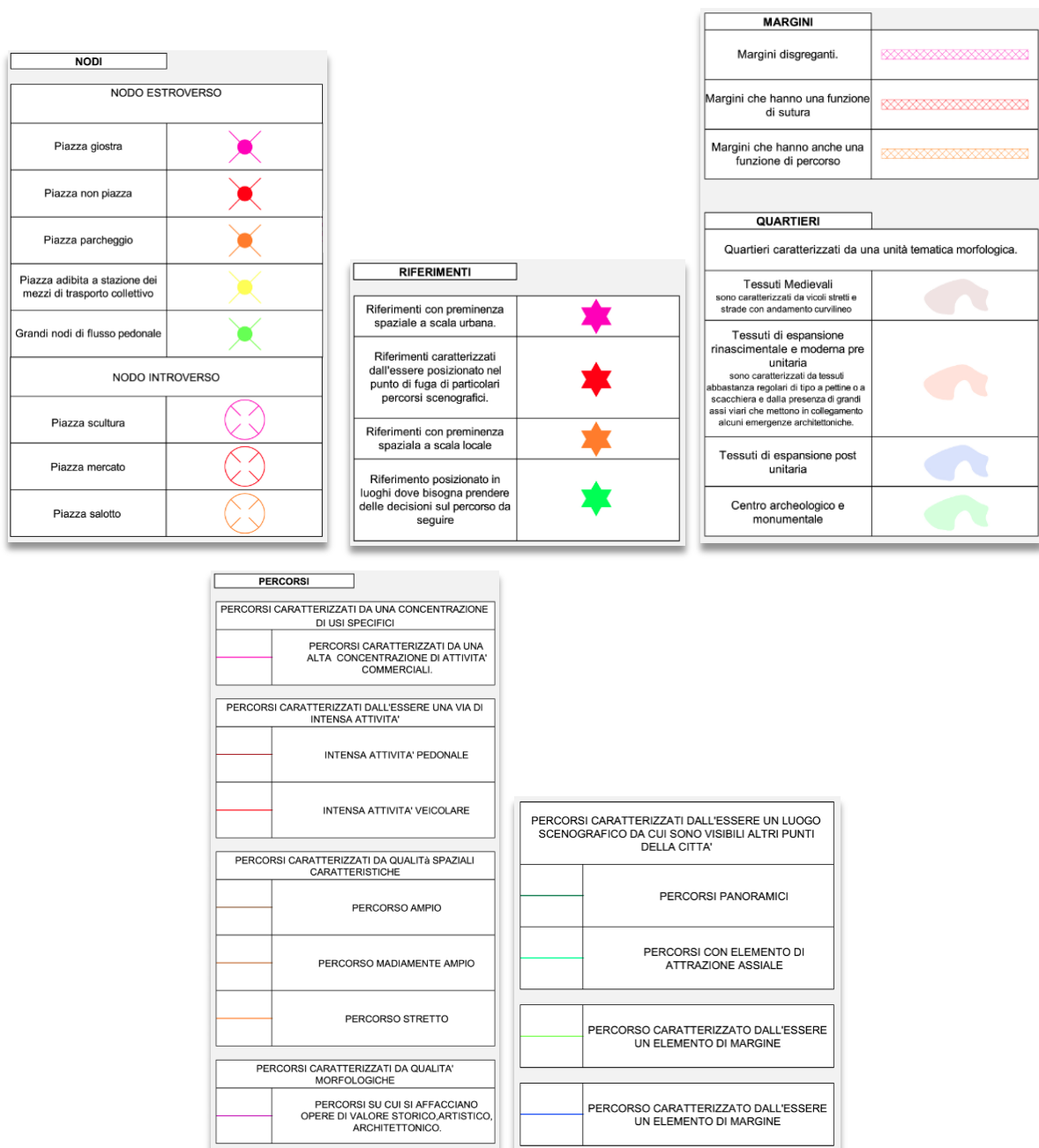


Fig. IV.6. Analisi della forma fisica

## **L'analisi dell'illuminazione esistente**

L'analisi dell'illuminazione esistente rappresenta il nucleo della progettazione dell'illuminazione urbana, poiché mette in evidenza tutti gli elementi che compongono lo stato di fatto della luce esistente sotto ogni aspetto (Fig. IV.7-8), facendo emergere le problematiche esistenti:

- Analisi del PRIC
- Analisi impiantistica
- Analisi del sistema di manutenzione
- Verifiche sperimentali dell'illuminazione esistente
- Controllo dell'inquinamento luminoso
- Tipologie degli apparecchi di illuminazione
- Tipologie di sorgenti illuminanti
- Misure e verifiche dei parametri da controllare (illuminamenti, luminanze, caratteristiche fotometriche delle sorgenti, ...).
- Analisi delle caratteristiche ottiche delle pavimentazioni e delle facciate degli edifici prospicienti le strade.
- Analisi delle caratteristiche geometriche e morfologiche dei percorsi in dipendenza della sequenza dei punti di vista.
- Rilievo di sorgenti di luce di natura privata (negozi, insegne pubblicitarie, luoghi di attrazione...) e loro tempi di accensione.

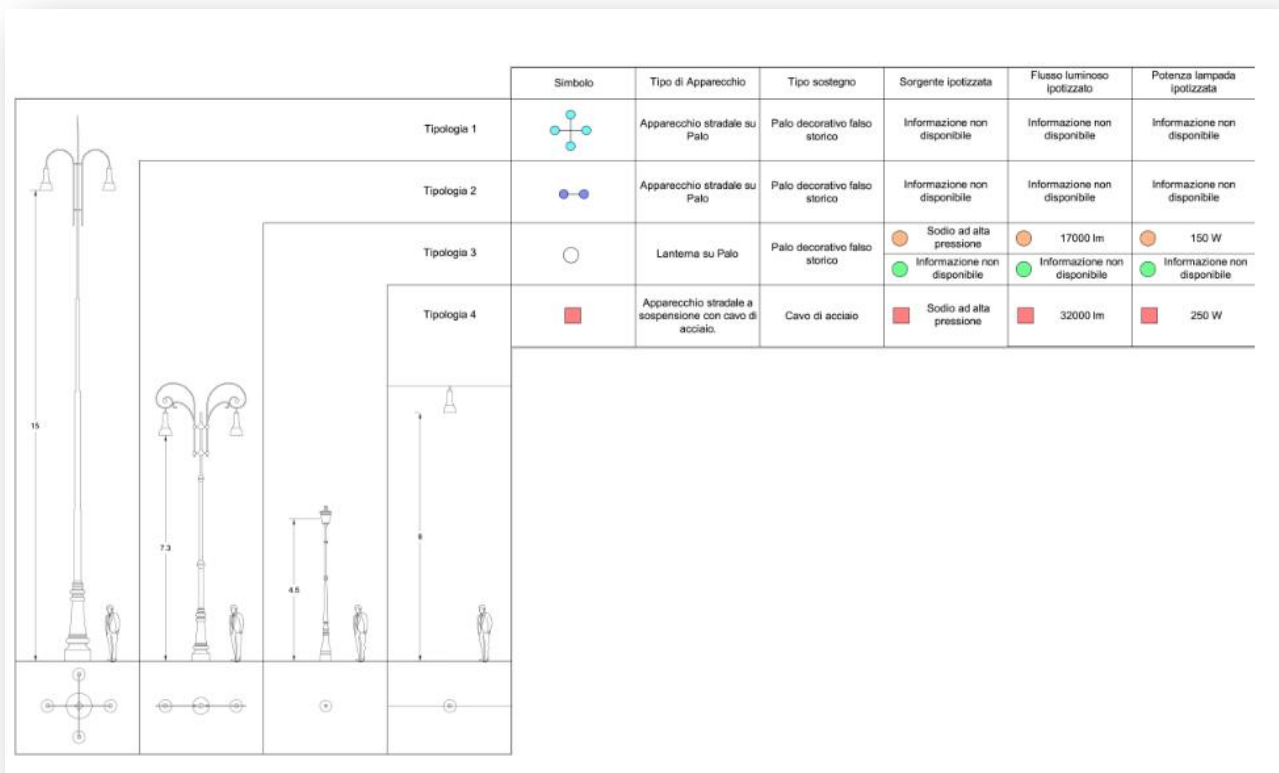


Figura IV. 7. Esempio di descrizione degli apparecchi esistenti

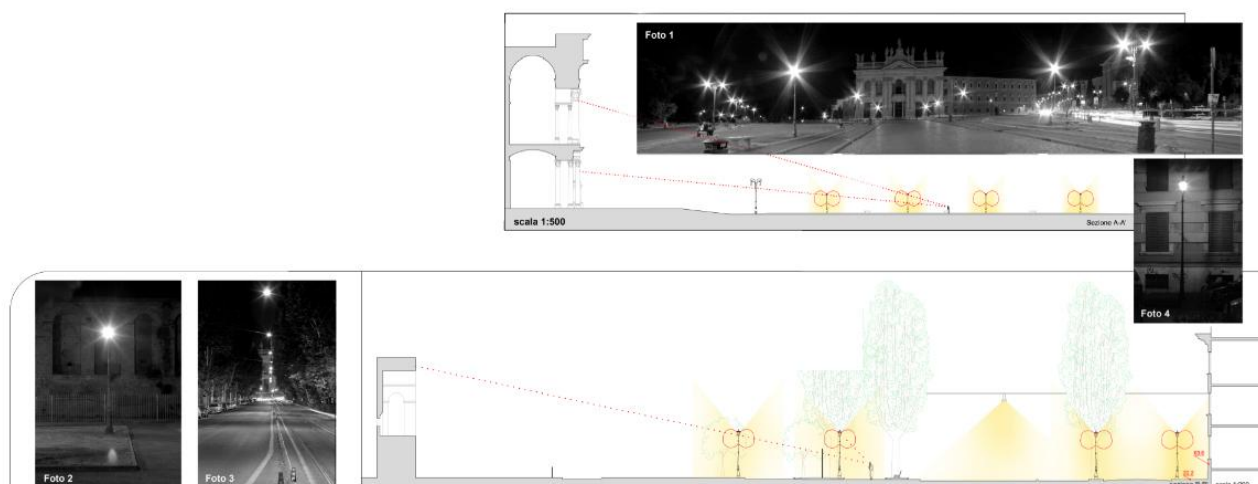


Figura IV. 8. Esempi di individuazione delle problematiche degli apparecchi esistenti: Foto 1. Dispersioni di flusso verso l'alto e verso zone che non necessitano di illuminazione. Foto 2. Abbagliamenti diretti molto forti nella direzione di visione del monumento. Foto 3. L'illuminazione al centro della carreggiata disturba la visione del fondo del viale dove è presente un'emergenza architettonica. Foto 4. Dispersione di flusso sulle facciate degli edifici con conseguente intrusione della luce esterna dentro le abitazioni e un forte spreco energetico

## **Criteri di analisi soggettivi**

Analisi dell'area di progetto da un punto di vista emozionale da parte del progettista (Fig. IV.9):

- Percorribilità dell'area di notte e di giorno
- Studio dell'area di notte e di giorno
- Percezione dello spazio urbano
- Rilievo dello "stato emozionale e psicologico" dei passanti

Il progetto della luce deve prendere in considerazione le esigenze dei vari fruitori: la città può essere vissuta e percorsa a diverse velocità (a piedi, in bici, in auto), e le soluzioni progettuali dovranno essere consone a ciascuna di queste esigenze.

Lo studio della luce naturale all'interno della città, poi, soprattutto nelle città storiche, permette di percepire alcune caratteristiche morfologiche degli stessi edifici storici o della stessa morfologia della città: si pensi alla variazione dell'inclinazione dell'altezza solare durante le stagioni o alla variazioni dell'azimut durante il giorno, fattori che cambiano anche radicalmente la percezione dei volumi.

Molti monumenti, spazi o sistemi di tessuti delle città storiche cambiano aspetto in base alla loro illuminazione diurna: si pensi ai tessuti medievali e al rapporto che questi tessuti hanno con le piazze.

L'obiettivo di questo tipo di analisi è quello di aiutare il progettista a intuire, definire ed interpretare le logiche spaziali che esistono all'interno dello spazio urbano. Queste logiche potrebbero essere alla base del progetto di illuminazione il quale, soprattutto in siti storici, non dovrebbe stravolgere il rapporto esistente tra i singoli monumenti e il suo contesto.

## **Fase progettuale-esecutiva di progettazione urbana**

### **Elaborazione delle fasi di analisi**

Dopo un'attenta analisi di tutti gli elementi, si può definire il progetto di illuminazione. Dopo aver studiato attentamente le tipologie di sorgenti e gli apparecchi da installare con i rispettivi puntamenti, è opportuno effettuare le verifiche illuminotecniche del caso attraverso software per la progettazione illuminotecnica.

Simbolo													
Apparecchio utilizzato	Apparecchio Bega Power flood light flat beam light distribution	Apparecchio Bega Power flood light flat beam light distribution	Apparecchio Bega Power flood light flat beam light distribution	Apparecchio I Guzzini Woody Discharge	Apparecchio I Guzzini Maxiwoody spot	Apparecchio I Guzzini Argo cut-off sistem	Apparecchio I Guzzini Lavinia Street optics. cut-off sistem	Apparecchio I Guzzini Lavinia Street optics. cut-off sistem	Apparecchio I Guzzini Platée	Apparecchio I Guzzini Colour Woody super spot	Apparecchio I Guzzini Blitz	Apparecchio I Guzzini Mini Woody Discharge	Martini Illuminazione Walkie Car 160 Led 4 fasc.
Apertura fascio luminoso	9°/43°	9°/43°	7°/35°	26°-45°	6°					3°			
Grado di protezione	IP 67	IP 67	IP 67	IP 66	IP 67	IP 67	IP 66	IP 66	IP 66	IP 66	IP 44	IP 66	
Curva fotometrica													
Ingombro spaziale dell'apparecchio (mm)	280x355x315	280x355x315	280x355x315	165x140x380	d 315 x h 319	h 670 x d 457	617x333x175	617x333x175	431x250x146	553x670 D=464	280x73 H 510	100x85 H = 205	d: 172 H: 205
Foto apparecchio													
Tipo di sorgente	Lampada a scarica ad alogenuri metallici Osram 1 HCI -T con attacco G12	Lampada a scarica ad alogenuri metallici Osram 1 HCI -T con attacco G12	Lampada a scarica al sodio alta pressione Osram 1 NAV-E con attacco E27	Lampada a scarica ad alogenuri metallici Osram 1 HCI -T con attacco G12	Lampada a scarica ad alogenuri metallici Osram 1 HCI -E/P con attacco E27	Lampada a scarica al sodio alta pressione Osram 1 NAV-T con attacco E27	Lampada a scarica a ioduri metallici Philips Master compactwhite CPO-TW	Lampada a scarica agli ioduri metallici MASTER CityWhite CDO-TT	Lampada a scarica al sodio alta pressione NAV- TS super	Lampada a scarica a ioduri metallici Philips Masterrolour CDM-T	Lampada a scarica Fluorescente compatta attacco G24e-3	Lampada a scarica ad alogenuri metallici Philips CDM-Tm attacco PGJ-5	LED BLU
Potenza e Flusso luminoso	150 W 15500 lm	70 W 7000 lm	50 W 3500 lm	70 W 6700 lm	70 W 6500 lm	70 W 6000 lm	60 W 6800 lm	150 W 13500 lm	200 W 20000 lm	70 W 6600 lm	26 W 1800 lm	20 W 1650 lm	3,5 W
Temperatura di Colore	3000 K*	3000 K*	2000 K* Ra: 25	3000 K* Ra: 88	3000 K* Ra: 88	2000 K* Ra: 25	2730 K* Ra: 86	2300 K* Ra: 85	2000 K* Ra: 25	4200 K* Ra: 92	2700 K*	3000 K*	
Distribuzione spettrale della sorgente													

Figura IV.9. Esempio di legenda con le tipologie di apparecchi e di sorgenti da inserire nel progetto

## Esecuzione del progetto

Il progetto esecutivo sarà corredato da elaborati dove vengono specificati nel particolare la posizione, i puntamenti e le tipologie degli apparecchi e delle sorgenti utilizzate, accompagnato da relazione tecnica completa di verifiche illuminotecniche.

## Capitolo V

### Considerazioni finali

Grazie a criteri di analisi proposti, integrati con la normativa vigente e con i PRIC, si possono ottenere dei risultati estremamente soddisfacenti.

Da un punto di vista progettuale, si tratta di tradurre metodologicamente quanto verificato analiticamente tramite opportune campagne di misura: ovvero si tratta di capire come le nostre città abbiano spesso un limite sempre meno visibile, ovvero come sono capaci di variare negli spazi aperti. Questi mutamenti acquisiti dalla città, che talvolta non sono immediatamente visibili, si trasformano nella matrice della metodologia di progettazione degli ambienti illuminati.

In queste condizioni, è ovvio e logico che non si possa tenere conto unicamente dei parametri tecnici quali il controllo dell'inquinamento luminoso o il risparmio energetico.

E' necessario affrontare attraverso uno schema di progettazione analitico e un'integrazione di tutti gli elementi il progetto illuminotecnico degli spazi urbani, in modo da ottenere dei risultati che soddisfino requisiti funzionali ed estetici.



## Riferimenti bibliografici

Fellin L., Forcolini G., Palladino P., *“Manuale di illuminotecnica - AIDI Associazione italiana di illuminazione”*, Ed. Tecniche Nuove, Milano 1999

Rossi M., *“ Strumenti per la rappresentazione 3D dell'illuminazione: rendering per i beni culturali”*, in M. Rossi, P. Salonia (a cura di), "Comunicazione multimediale per i beni culturali", Ed. Addison Wesley, pp 55-103, 2003

Rossi M., Seassaro A., *“Lighting Design per la percezione dei beni artistici e architettonici - Lighting Design for the perception of artistic and architectonic assets”*, SDI Design Review, pp 16, n 03, 2006

Rossi M., Marini D., Rizzi A., *“Methods and application for photorealistic rendering and lighting of ancient buildings”*, Journal of Cultural Heritage, Elsevier, 2004

Forcolini G., *“Illuminazione di Esterni”*, Hoepli, Milano, 1993

Archibugi F., *“L' 'asse attrezzato' del PRG di Roma del 1965: un eccellente studio di caso per una appropriata teoria critica della pianificazione”*, atti del convegno sull'asse attrezzato di Roma (PRG Roma 1965) promosso dalla Fondazione Bruno Zevi, Roma, Accademia di San Luca, 8 Marzo 2006

Tural M., Yener C., *“Lighting monuments: Reflections on outdoor lighting and environmental appraisal”*, in Building and Environment 41 (2006), p. 775–782