

# INQUINAMENTO LUMINOSO

Dott. Ing. Matteo Seraceni

## INQUINAMENTO LUMINOSO

cosa ne sappiamo veramente?

Cosa significa inquinamento luminoso?

Quali sono i dispositivi più «inquinanti»?

Quali sono le strategie di mitigazione?

Quali sono le priorità in questo campo?

Luce verso l'orizzonte?      Luce che fa male alle piante?  
Luce verso l'alto?      Luce bianca?      Luce blu?  
Luce che fa male all'uomo?      Luce che fa male agli animali?

Fari e proiettori?      Apparecchi LED?      Luce bianca?  
Apparecchi non schermati?      Apparecchi con «vetro curvo»?

Spegnere?      Ridurre il flusso luminoso?      Piano della luce?  
Cambiare gli apparecchi?      Luce monocromatica?      Full cut-off?

Salute dell'uomo?      Osservazioni astronomiche?      Sicurezza?  
Inquinamento ambientale?      Risparmio energetico?      Benessere visivo?

## LUCE ARTIFICIALE NOTTURNA

l'Era Moderna e la lampadina

Necessità di illuminare la notte

**Lavoro**



**Mobilità**



**Sicurezza**



**Tempo libero**



## LUCE ARTIFICIALE NOTTURNA

l'Era Moderna e la lampadina

### Luce e marketing

Le città sono in costante competizione per aumentare la loro attrattività ed appetibilità in termini di allocazione delle risorse economiche.

L'illuminazione sempre più spesso viene utilizzata come **elemento attrattivo notturno**: da una parte integra e completa la percezione dell'ambiente cittadino e potenzia elementi visivi caratteristici, dall'altra aumenta esponenzialmente la quantità di luce notturna.

Questo tipo di illuminazione risulta difficile da controllare e normare poiché non si attiene a criteri tecnici.



## LUCE ARTIFICIALE NOTTURNA

l'Era Moderna e la lampadina

Ambienti urbani  
ed extraurbani

Oggi le città e le zone antropizzate **continuano ad estendersi** fino a comprendere aree sempre più vaste: questo significa che una fetta sempre maggiore di territorio viene illuminata per le esigenze che abbiamo visto in precedenza.

Una politica della luce non può essere scissa da una corretta politica del territorio, che individui aree di protezione e i giusti indici urbanistici per il territorio.



## LUCE ARTIFICIALE NOTTURNA

pro e contro

Sicurezza/alterazione ambientale



VS



## LUCE ARTIFICIALE NOTTURNA

pro e contro

Vivibilità/costi energetici



VS



## INQUINAMENTO LUMINOSO

una corretta definizione

Nella “Dichiarazione sull’ambiente” del 1990<sup>1</sup> si afferma che il diritto ad un ambiente sano e pulito deve includere «la qualità dell’aria, dei fiumi, dei laghi, delle acque costiere e marine, [...] la conservazione dell’habitat, della flora e della fauna, del paesaggio e degli altri elementi del patrimonio naturale, le amenità e la qualità delle aree residenziali».

**L’ambiente deve essere inteso in maniera globale e rappresenta tutto ciò che circonda l’uomo e non può essere disgiunto da quelle che sono le sue esigenze di vita.**

La nozione di «inquinamento luminoso» non può pertanto limitarsi a quella di «inquinamento luminoso astronomico», che rappresenta solo una parte del problema.

Una corretta definizione deve tenere conto dell’evoluzione della normativa ambientale ed estendersi a tutti gli elementi di impatto ambientale riconducibili alle sorgenti luminose.



<sup>1</sup> Consiglio Europeo, Risoluzione del 15-26 giugno 1990 (1990) 6 Boll. CEE, par 1.36

# INQUINAMENTO LUMINOSO

## una corretta definizione

Una trattazione rigorosa dell'argomento dovrebbe rifarsi a normative internazionali di comprovato valore. In questo senso il Trattato di Lisbona<sup>2</sup> ribadisce che:

La politica dell'Unione in materia ambientale contribuisce a perseguire i seguenti obiettivi:

- salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente
- protezione della salute umana
- utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali
- promozione sul piano internazionale di misure destinate a risolvere i problemi dell'ambiente a livello regionale o mondiale e, in particolare, a combattere i cambiamenti climatici



Nel predisporre la sua politica in materia ambientale l'Unione tiene conto:

- dei dati scientifici e tecnici disponibili
- delle condizioni dell'ambiente nelle varie regioni dell'Unione
- dei vantaggi e degli oneri che possono derivare dall'azione o dall'assenza di azione
- dello sviluppo socioeconomico dell'Unione nel suo insieme e dello sviluppo equilibrato delle sue singole regioni

<sup>2</sup>Articolo 191 del TFEU (GUUE n. C/115 del 9 maggio 2008)

## INQUINAMENTO LUMINOSO

### una corretta definizione

Alla luce della nozione stessa di «inquinamento» e «impatto ambientale» è dunque possibile definire inquinamento luminoso come ogni forma di luce artificiale che:

#### INQUINAMENTO LUMINOSO ASTRONOMICO

- impedisce o riduce in maniera considerevole la possibilità di osservare i corpi celesti

#### INQUINAMENTO LUMINOSO AMBIENTALE

- si disperde al di fuori delle aree a cui è funzionalmente dedicata
- è emessa in misura superiore alle reali necessità
- induce effetti negativi conclamati verso l'uomo o l'ambiente

Questa definizione deve integrarsi con corollari necessari che indicano i limiti di tolleranza per ogni ambito, la soglia limite per ogni tipologia di inquinamento rilevata e gli interventi di mitigazione necessari (dato che, come rilevato in ambito internazionale, l'alterazione dell'ambiente naturale può solo essere ridotta, in quanto elemento connaturato ad ogni attività antropica).

# INQUINAMENTO LUMINOSO ASTRONOMICO

## definizione e problematiche

### Definizione

L'inquinamento luminoso astronomico è caratterizzato dal **bagliore luminoso del cielo notturno** (o brillantezza) e dalla conseguente difficoltà nell'osservare i corpi celesti per la diminuzione progressiva di contrasto con lo sfondo.

### Problematiche

I corpi celesti hanno una luminanza molto bassa e quindi un incremento anche minimo della brillantezza del cielo può causare difficoltà nell'osservazione notturna.

Gli osservatori astronomici professionali sono posizionati in zone desertiche o con ridotto impatto antropico e generalmente captano bande dello spettro non visibile.

Gli osservatori amatoriali o semi-professionali possono essere situati vicino a zone densamente popolate e non troppo elevate: in questo caso le osservazioni possono essere disturbate dalla luce artificiale.

In prossimità di zone illuminate si riscontra l'impossibilità di poter osservare le stelle ad occhio nudo.

# INQUINAMENTO LUMINOSO ASTRONOMICO

## cause e influenze ambientali

### Cause

Le cause naturali della brillantezza del cielo notturno sono dovute alla luce solare riflessa dalla luna e dalla terra, al debole bagliore dell'atmosfera superiore, alla luce solare riflessa dalla polvere interplanetaria (luce zodiacale), alla luce delle stelle diffusa in atmosfera e alle macchie luminose provocate ammassi stellari o nebulose. A queste cause va aggiunto il **contributo della luce artificiale** che, nelle zone antropizzate, rappresenta il fattore preponderante.

### Influenze ambientali

Un contributo molto importante all'inquinamento luminoso astronomico viene fornito dalle **particelle sospese in atmosfera** che diffondono la luce in tutte le direzioni, producendo un bagliore di fondo esteso ed uniforme: cattive condizioni atmosferiche, così come un'elevata percentuale di polveri sottili o altri inquinanti, influiscono in maniera preponderante sull'aumento della brillantezza del cielo notturno. Per tutti questi motivi gli osservatori astronomici professionali vengono costruiti sulle cime di montagne – dove lo strato atmosferico è più sottile e pulito – e in luoghi desertici, lontano il più possibile dall'influenza dell'uomo.

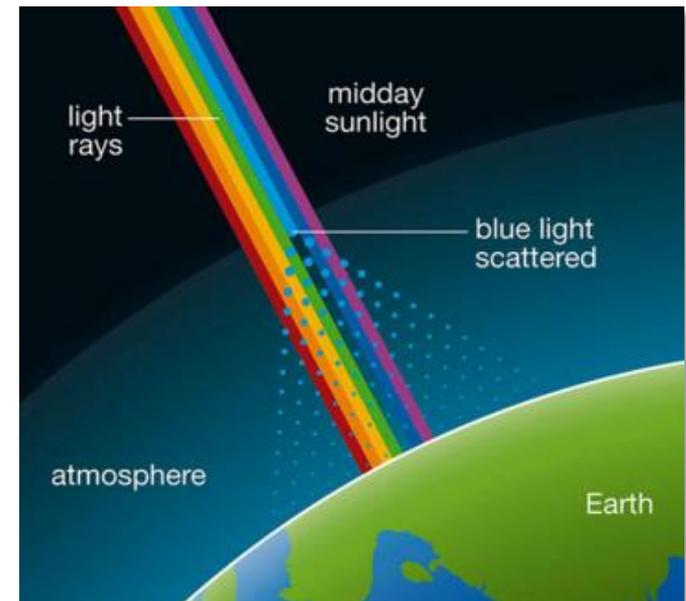
## INQUINAMENTO LUMINOSO ASTRONOMICO

### aspetti di mitigazione

Un metodo per aggirare l'influenza della luce artificiale è quello di utilizzare dei **filtri** che eliminano le bande dello spettro relative alla sorgente considerata e lasciano filtrare le restanti componenti: questo è semplice per sorgenti come il sodio (che sono quasi-monocromatiche) ed è molto più difficile per sorgenti a luce bianca.

Facciamo innanzitutto chiarezza sulle modalità di diffusione della luce: in mancanza di ostacoli, la luce segue un percorso rettilineo; a contatto con le particelle dell'atmosfera, **la luce viene diffusa in tutte le direzioni**.

Un esempio è dato dal colore blu del cielo: la luce bianca del sole incide sull'atmosfera, le cui molecole diffondono con più facilità le frequenze più alte (ovvero luce blu) e quindi mentre le onde di lunghezza maggiore (rosse o gialle ad esempio) vengono influenzate solo in minima parte (e proseguono il loro percorso rettilineo), quelle blu vengono diffuse in tutte le direzioni. In qualunque direzione si osservi, parte di questa luce giunge ai nostri occhi e fa sembrare il cielo blu.



# INQUINAMENTO LUMINOSO ASTRONOMICO

## aspetti di mitigazione

Un primo aspetto è dunque relativo allo spettro: sorgenti luminose con emissioni nella parte blu dello spettro hanno più possibilità di venire diffuse dalle particelle in atmosfera; sorgenti luminose con emissioni nella parte rossa seguono una traiettoria rettilinea.

Anche **la direzione di propagazione è importante**: direzioni di emissione poco sopra l'orizzonte hanno più possibilità di venire diffuse rispetto ad emissioni verticali. Paradossalmente un faro puntato in verticale è meno inquinante a livello globale di un faro puntato verso l'orizzonte (ovviamente è molto più inquinante a livello locale, per un osservatore nelle sue vicinanze).



Occorre poi ricordare che parte della luce emessa verso l'emisfero superiore è dovuta alla luce riflessa dalle superfici illuminate e quindi dalla luce realmente utilizzata a scopi pratici: questo significa che parte della luce diffusa non può comunque essere eliminata, a meno che non si spengano tutti gli impianti.

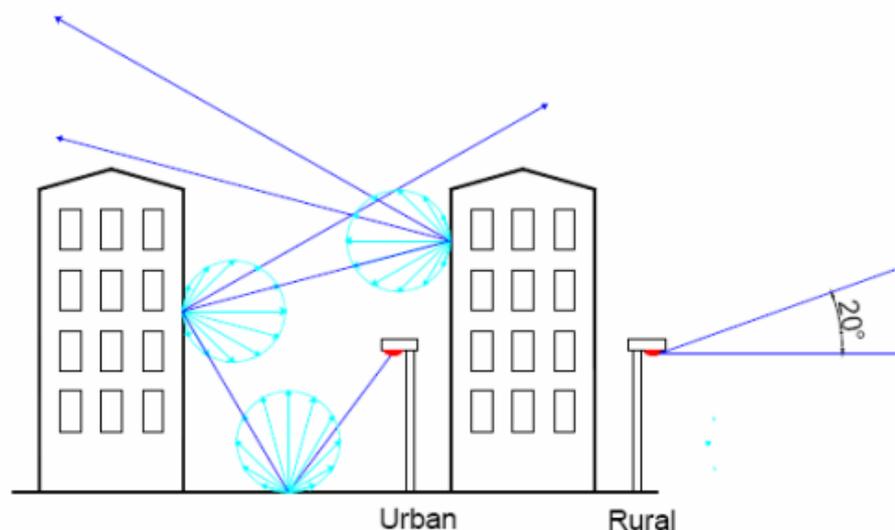
## INQUINAMENTO LUMINOSO ASTRONOMICO

### aspetti di mitigazione

Quanto detto circa la direzionalità delle emissioni vale ovviamente in campo aperto. Per quel che riguarda gli ambiti urbani esistono diverse trattazioni che dimostrano come **le città possono essere considerate «cavità diffondenti»**, in virtù del fatto che le emissioni a bassi angoli vengono schermate dagli edifici o da altri elementi urbani.

In questo caso non importa tanto la direzionalità della singola sorgente, quanto il comportamento globale della città nel suo insieme.

Tutti questi aspetti complicano in maniera notevole le valutazioni possibili sull'influenza delle singole tipologie di sorgenti luminose sull'inquinamento luminoso astronomico, né è possibile definire strategie univoche di mitigazione. La richiesta di limitare le emissioni al di sopra della linea di orizzonte potrebbe ad esempio essere ininfluenza nel caso di cavità urbane: per queste situazioni occorrono soluzioni specifiche.



# INQUINAMENTO LUMINOSO AMBIENTALE

## definizione e problematiche

### Definizione

Per inquinamento luminoso ambientale si intende l'utilizzo di luce **in misura non necessaria** alle reali esigenze e agli **effetti potenzialmente dannosi** di alcune sorgenti sull'uomo e sull'ambiente.

Questi effetti possono sommarsi agli effetti di inquinamento luminoso astronomico visti in precedenza.

### Problematiche

Una quantità di luce emessa in misura superiore alle reali necessità oppure che si disperde al di fuori delle aree a cui è funzionalmente dedicata rappresenta uno spreco di risorse e determina effetti indiretti anche sull'inquinamento luminoso astronomico.

La luce artificiale deve essere utilizzata come strumento per migliorare la nostra vita e non dovrebbe arrecare danno a noi stessi o all'ambiente.

Solo attraverso una conoscenza approfondita delle sorgenti luminose e dei loro effetti è possibile coniugare una giusta illuminazione e corrette misure di salvaguardia.

# INQUINAMENTO LUMINOSO AMBIENTALE

## influenza sull'uomo

I pericoli per la salute umana connessi all'utilizzo di sorgenti luminose in ambiti esterni sono riconducibili ai seguenti rischi:

- a) **Rischio di abbagliamento:** questo rischio è connesso ad una luminanza eccessiva della sorgente osservata e si configura come fattore di rischio secondario piuttosto che come rischio diretto per la salute.
- b) **Rischio di danno alla retina**, all'occhio o ai tessuti in generale (chiamato usualmente rischio fotobiologico): questo rischio è connesso a particolari bande dello spettro elettromagnetico che possono influire in maniera anche grave e con danni permanenti.
- c) **Alterazioni nel normale andamento del ritmo circadiano:** questo fattore di rischio secondario rappresenta ancora un campo di sperimentazione aperta, ma deve essere preso in considerazione in quanto alterazioni anomale potrebbero portare ad aumenti nell'insorgenza di patologie cancerogene.

## INQUINAMENTO LUMINOSO AMBIENTALE

### influenza su animali e piante

In generale tutte le specie viventi si sono adattate a «rispondere» in vario modo alla luce proveniente dal sole. Purtroppo non esistono risposte univoche per le diverse specie animali e ancor di più per le piante.

Per quanto riguarda le specie animali, esistono innumerevoli tipologie di risposte agli stimoli luminosi – a volte anche completamente opposte. In questo caso qualsiasi intervento antropico che alteri la normale alternanza di giorno e notte comporta variazioni più o meno gravi del comportamento animale. Inoltre molte specie sono sensibili anche a lunghezze d'onda non appartenenti allo spettro del visibile (UV o IR).

Per quanto riguarda le piante, è possibile individuare un comportamento duplice riguardo allo spettro luminoso: la parte «rossa» dello spettro regola la risposta fotoperiodica, la fotomorfogenesi (sviluppo verso la luce) e la germinazione; la parte «blu» dello spettro regola il fototropismo (crescita dei rami verso la luce), la sintesi di clorofille e carotenoidi, i movimenti stomatici.

# INQUINAMENTO LUMINOSO AMBIENTALE

## aspetti di mitigazione

Il principale intervento di mitigazione è quello **di utilizzare la luce artificiale solo dove e quando serve, senza inutili sprechi.**

Questa indicazione è valida anche come mitigazione dell'inquinamento luminoso astronomico.

La stessa indicazione può contribuire inoltre a ridurre il consumo di energia elettrica e quindi di emissioni di inquinanti nell'atmosfera: come abbiamo visto la riduzione dell'inquinamento ambientale comporta una riduzione dell'inquinamento luminoso stesso.

Per quel che riguarda gli effetti sull'uomo è possibile individuare i seguenti aspetti di mitigazione:

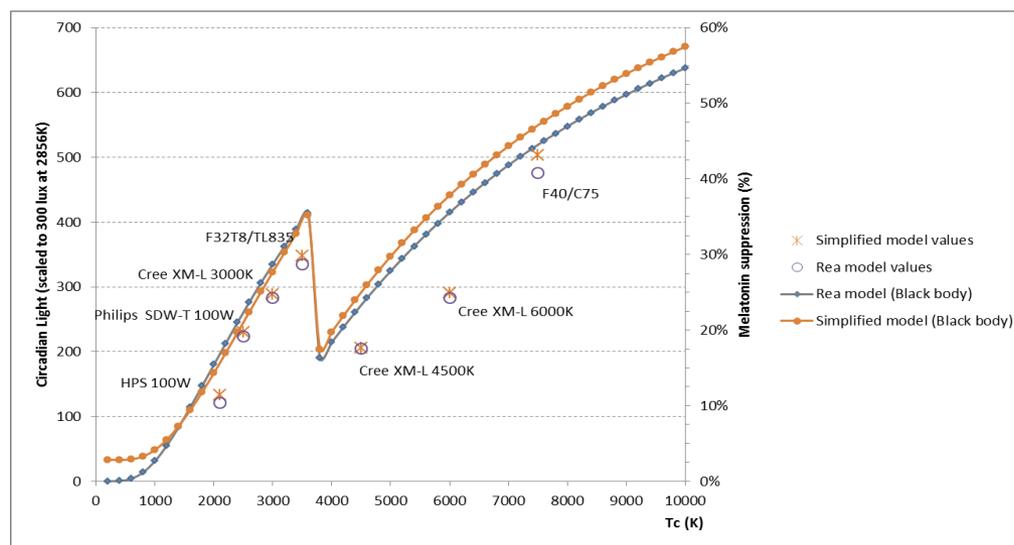
- a) **Rischio di abbagliamento:** per limitare i fenomeni di abbagliamento esistono diversi parametri di controllo per gli apparecchi illuminanti, regolati da diverse disposizioni normative (abbagliamento debilitante Ti, classi di intensità luminosa, ecc.). Inoltre è possibile controllarlo evitando fotometrie con intensità elevate per angoli prossimi all'orizzonte e sorgenti (anche apparenti) molto estese.
- b) **Rischio fotobiologico:** la norma CEI EN 62471:2010 definisce quattro classi (da RG0 – esente a RG3 – rischio elevato) che consentono di valutare l'effettiva pericolosità delle sorgenti considerate.

## INQUINAMENTO LUMINOSO AMBIENTALE

### aspetti di mitigazione

- c) **Alterazioni nel normale andamento del ritmo circadiano:** allo stato attuale delle conoscenze, il sistema di regolazione del ritmo circadiano è sensibile alle differenti componenti dello spettro luminoso grazie all'attivazione di cellule gangliari fotosensibili (ipRGC). Diversi studi si sono occupati di l'influenza della luce su queste cellule ed in particolare sulla soppressione di melatonina (uno degli ormoni maggiormente accreditati per la regolazione del sistema circadiano).

Per evidenziare le possibili influenze viene riportato il grafico per 30lux di illuminamento alla cornea di diverse sorgenti luminose e del corpo nero. Il modello, sviluppato dall'autore, si basa sulle ricerche più recenti a riguardo. E' possibile notare un «salto» dovuto a fattori di opposenza spettrale che mitigano l'effetto di soppressione delle sorgenti.



## IL PIANO DELL'ILLUMINAZIONE

per il contenimento dell'inquinamento luminoso

E' uno strumento di pianificazione

Non è un progetto esecutivo degli impianti  
Non è un catalogo di prodotti da utilizzare  
Deve integrarsi con gli altri strumenti urbanistici

Analizza lo stato attuale

Valuta tutte le parti non a norma o che producono inquinamento luminoso  
Definisce i consumi attuali e le prestazioni energetiche degli impianti  
Analizza le componenti dell'impianto

Definisce le linee guida

Stabilisce i livelli di illuminamento dei vari ambiti  
Stabilisce quando e come illuminare determinate aree  
Valuta le scelte estetiche

Sviluppa uno scenario futuro

Analizza le possibili alternative  
Stabilisce gli obiettivi di risparmio energetico e messa a norma  
Definisce le tempistiche di intervento

## INQUINAMENTO LUMINOSO

cosa ne sappiamo veramente?

Cosa significa inquinamento luminoso

Quali sono i dispositivi più «inquinanti»

Quali sono le strategie di mitigazione

Quali sono le priorità in questo campo