



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

Riqualficazione Smart dell'Infrastruttura della Pubblica Illuminazione

La progettazione illuminotecnica nella
riqualificazione smart della Pubblica Illuminazione

Livorno 18 marzo 2019

Margherita Suss



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agenzia per la
Coesione Territoriale*



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



**GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020**



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Smart City ovvero una città intelligente

La **città intelligente** in urbanistica e architettura è un insieme di strategie di pianificazione urbanistica tese all'ottimizzazione e all'innovazione dei servizi pubblici, grazie all'impiego diffuso di nuove tecnologie della comunicazione, della mobilità, dell'ambiente e dell'efficienza energetica, al fine di migliorare la qualità della vita e soddisfare le esigenze di cittadini, imprese e istituzioni

Non a caso gli stessi **CAM** affermano che:

«Le attività di riqualificazione urbana comprendono l'integrazione dell'impianto di illuminazione all'interno degli strumenti urbanistici in vigore od in fase di attuazione e l'integrazione, in caso di riqualificazione degli impianti, all'interno di una progettazione architettonica ed urbanistica più ampia.»



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Agenzia per la
Coesione Territoriale

ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

POIN GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020

CAM ovvero I Criteri Ambientali Minimi

CAM 27 9 2017

Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PAN **GPP**) con il fine di integrare le esigenze di sostenibilità ambientale nelle procedure d'acquisto di beni e servizi delle amministrazioni competenti sulla base di specifici criteri e categorie di prodotti e servizi.



CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER SERVIZIO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

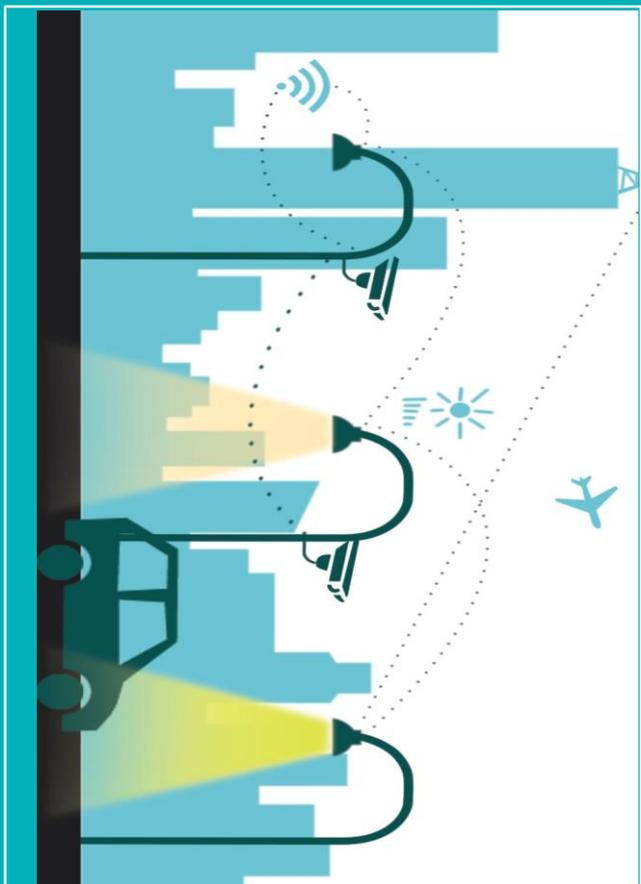
CAM 28 3 2018

CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER:

- l'acquisizione di **SORGENTI LUMINOSE PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA**
- l'acquisizione di **APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA**
- l'affidamento del servizio di **PROGETTAZIONE DI IMPIANTI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA**



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE



I **CAM** e la riqualificazione urbana intelligente

I **CAM** hanno introdotto il concetto di **SERVIZI INTELLIGENTI**

«Con l'espressione "servizi intelligenti", si intendono quei servizi aggiuntivi rispetto al servizio di illuminazione, che potenziano le funzionalità degli impianti di illuminazione grazie a tecnologie avanzate. Tali servizi devono poter essere integrati con sistemi già presenti sul territorio o che si prevede di installare in futuro ed essere finalizzati anche alla riduzione del consumo di energia da fonti non rinnovabili o di altri impatti ambientali dell'impianto, in un'ottica di ciclo di vita.»



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Agenzia per la
Coesione Territoriale



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020

SISTEMI INTELLIGENTI

RIQUALIFICAZIONE URBANA

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

CONFORMITÀ NORMATIVA

CENSIMENTO DELL'IMPIANTO

Gli interventi di riqualificazione dell'impianto di illuminazione pubblica dovrebbero seguire una sequenza logica ed annidata, secondo questo schema, in maniera tale che gli aspetti più interni allo schema vengano risolti prima di intervenire su quelli più esterni.



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

CAM – I Sistemi intelligenti

La scansione logica e temporale delle attività



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



Green Public Procurement (GPP)

“Appalto pubblico verde”

Per “Appalto pubblico verde” si intende un processo mediante cui le pubbliche amministrazioni cercano di ottenere beni, servizi e opere con un **impatto ambientale ridotto per l'intero ciclo di vita**.

- Integrazione dei **criteri ambientali** in tutte le fasi del processo di acquisto
- Impiego di **sistemi di etichettatura ambientale come mezzi di prova** per la verifica dei requisiti richiesti
- Impiego di **certificazioni dei sistemi di gestione ambientale** (EMAS – ISO 14001) come mezzi di prova per la verifica delle capacità tecniche dei fornitori per la corretta esecuzione dell'appalto pubblico



CAM e i criteri di aggiudicazione di un appalto

Le Amministrazioni nello stabilire i criteri di aggiudicazione devono tener conto dei criteri premianti definiti dai CAM, attribuendo **punteggi significativi non solo ai criteri ambientali di base.**

Questo permette alle PA di valutare quali tecnologie, a parità di prestazioni, consentono di ottenere costi di gestione e manutenzione inferiori nel medio/lungo periodo.



A questo scopo possono essere utilizzati strumenti, quali:

- l'analisi del **TCO** - Total Cost Ownership
- l'analisi **LCC** – Life Cycle Costing

TCO (Total Cost Ownership)

considera le principali voci di costo riguardanti un prodotto:

- costo di acquisto,
- costo di manutenzione ordinaria,
- costo di manutenzione straordinaria
- e costi relativi al consumo di energia elettrica

LCC (Life Cycle Costing)

consente di determinare il costo globale del prodotto non solo come definito dal TCO, ma comprensivo anche dei **costi ambientali esterni**, ad esempio:

- **costo di installazione e dismissione**
- costi esterni relativi al contributo del riscaldamento globale associato alle emissioni dei gas serra lungo il ciclo di vita dei prodotti/servizi/lavori

Lo smaltimento dei prodotti

Al termine della verifica del bilancio materico sarà possibile conoscere l'elenco dei materiali che costituiranno i componenti dell'intero impianto in progetto e la quantità complessiva per ciascuno di essi, allo scopo di favorire scelte progettuali volte ad un consumo responsabile delle risorse materiche, tenendo in considerazione tanto la fase di produzione delle componenti impiantistiche quanto la loro dismissione a fine vita.

Esempio di bilancio materico per un apparecchio di illuminazione stradale.

BILANCIO MATERICO (Rif C.A.M. D.M. 27/09/2017 par 4.2.4.10)				
Viene attribuito un punteggio premiante per la redazione del bilancio materico relativo all'uso efficiente delle risorse impiegate per la realizzazione e manutenzione dei manufatti e/o impiegati nel servizio oggetto di bando				
VOCE COMPUTO	MATERIALE	UdM	QUANTITA'	NOTE
				<i>Caratteristiche specifiche di materiali o percorsi delle merci</i>
Packaging	<i>Imballo in cartone</i>	kg	0,85	Riciclabile
Involucro apparecchio	<i>Alluminio pressofuso</i>	kg	4,2	Riciclabile
	<i>Vetro</i>	kg	0,85	Riciclabile
Componenti elettrici/elettronici	<i>Materiale plastico</i>	kg	0,22	Riciclabile
	<i>Viterie</i>	kg	0,03	Riciclabile
	<i>Cavi</i>	kg	0,02	Riciclabile
	<i>Driver</i>	kg	0,33	Discarica
	<i>Altro</i>	kg	0,05	Discarica



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE



CAM e i criteri di aggiudicazione di un appalto

Gli studi di impatto sul ciclo di vita (LCA) condotti in ambito europeo hanno comunque dimostrato che:

- il maggior impatto ambientale di sorgenti luminose ed apparecchi illuminanti deriva dal consumo di energia degli stessi ed in misura minore dalla loro produzione (gli altri contributi sono pressoché nulli)



Vengono pertanto definiti gli indici:

- **IPEA*** per gli apparecchi
- e soprattutto **IPEI*** per gli impianti



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020

IPEA* (Indice Parametrizzato di Efficienza degli Apparecchi di illuminazione)

Indica la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione e consente di valutare la qualità dell'apparecchio e quindi di confrontare le prestazioni assolute degli stessi.

$$IPEA^* = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

Dove:

η_a = efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione

η_r = efficienza globale di riferimento

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE <i>(Rif. C.A.M. DM27/09/2017 par. 4.2.3.8)</i>			
Classe energetica apparecchi	IPEA*	Valori minimi premianti	
An+	$IPEA^* \geq 1.10 + (0.10 \times n)$	Fino al 31/12/2019 superiore classe C	Fino al 1/01/2020 superiore classe B
A++	$1.30 \leq IPEA^* < 1.40$		
A+	$1.20 \leq IPEA^* < 1.30$		
A	$1.10 \leq IPEA^* < 1.20$		Fino al 1/01/2025 classe A
B	$1.00 \leq IPEA^* < 1.10$		
C	$0.85 \leq IPEA^* < 1.00$		
D	$0.70 \leq IPEA^* < 0.85$		
E	$0.55 \leq IPEA^* < 0.70$		
F	$0.40 \leq IPEA^* < 0.55$		
G	$IPEA^* < 0.40$		

IPEI* (Indice Parametrizzato di Efficienza degli Impianti di illuminazione)

L'indice IPEI* che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

Dove:

D_p = Densità di Potenza di progetto

$D_{p,R}$ = Densità di Potenza di riferimento

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI <i>(Rif. C.A.M. DM27/09/2017 par. 4.3.3.3)</i>			
Classe energetica impianto	IPEI*	Valori minimi premianti	
An+	$IPEI^* \geq 0,85 - (0,10 \times n)$	Fino al 1/01/2020 superiore classe B	Fino al 1/01/2025 classe A
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$		
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$		
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$		Dal 1/01/2026 classe A+
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$		
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$		
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$		
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$		
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$		
G	$IPEI^* \geq 3,00$		

CAM e la valutazione energetica di un impianto

La valutazione energetica e la successiva riqualificazione va supportata da una corretta conoscenza dell'impianto e dalla certezza che tale impianto possa funzionare a dovere e possa assicurare la piena sicurezza degli utenti. Pertanto:



- censimento come base dell'intero processo, per poter formulare una corretta offerta economica bisogna prima essere a conoscenza di ciò su cui si interviene
- verifica della conformità normativa durante l'intera vita di un impianto, per garantire la sicurezza degli utenti e il corretto funzionamento degli impianti stessi
- la riqualificazione urbana e l'implementazione di sistemi intelligenti sono fasi opzionali rispetto alle precedenti, e anche se incidono in misura secondaria sugli impatti ambientali e sulle funzionalità di base dell'impianto, sono un prezioso strumento nelle mani delle PA per rendere il processo di progettazione illuminotecnica significativamente integrato con lo sviluppo urbano e la sua gestione.

l'astrofilo?

il residente ?

l'automobilista?

il gestore?

il pedone?

....il malandrino??

IL CITTADINO?



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

La luce urbana: chi è il consumatore?



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



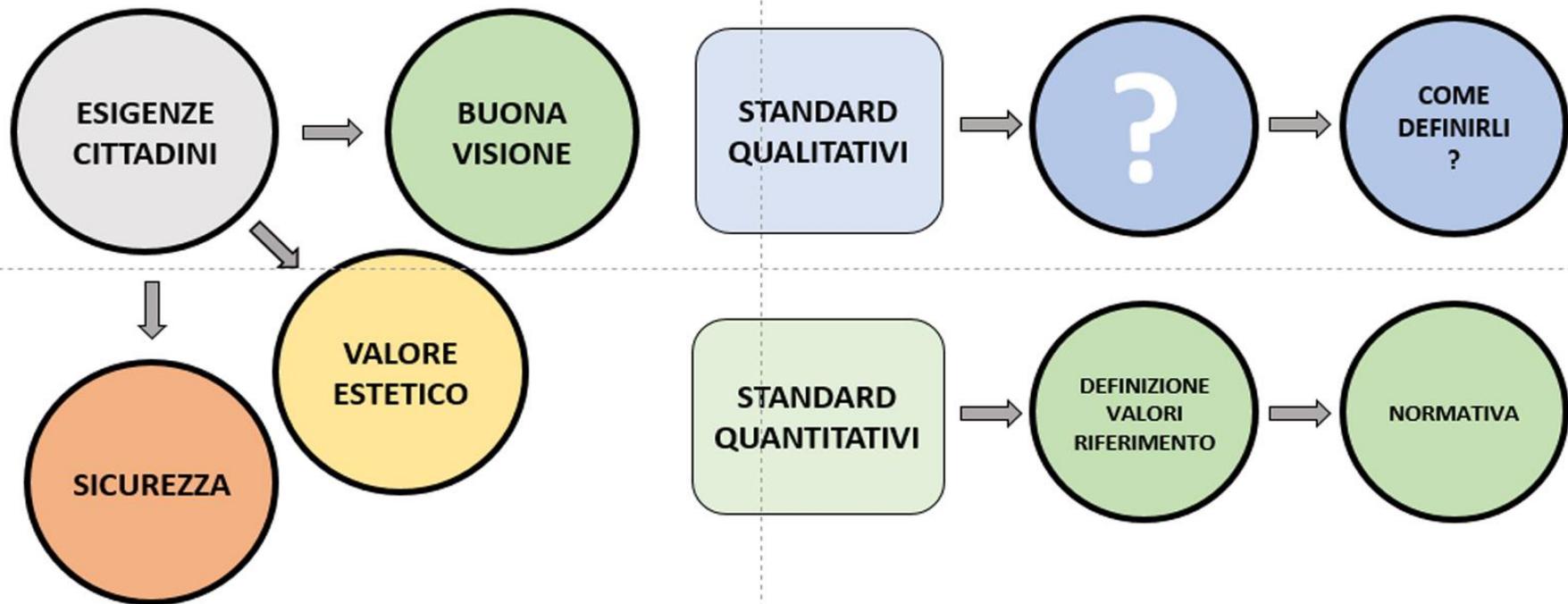
*Agencia per la
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

La luce urbana al servizio dell'utenza



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



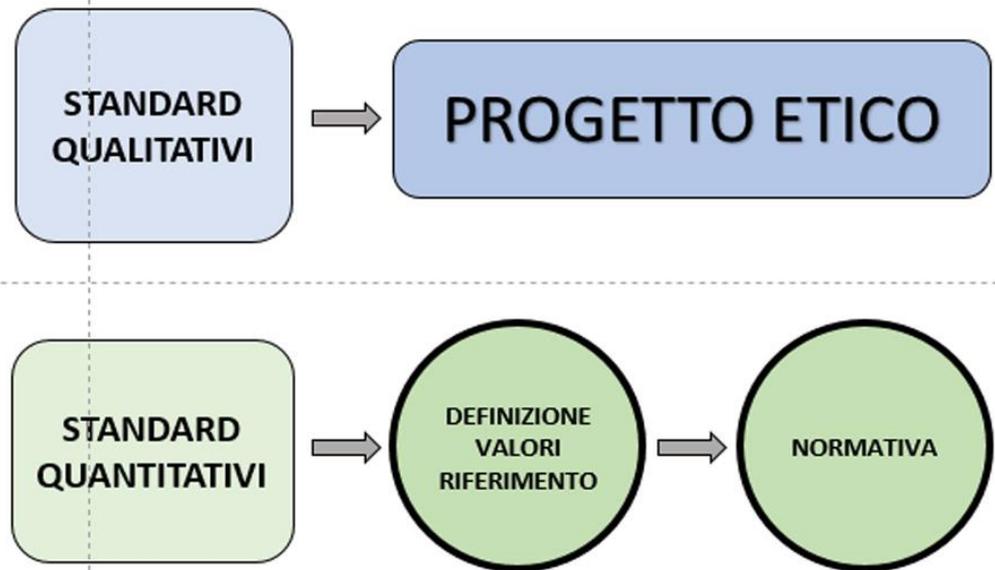
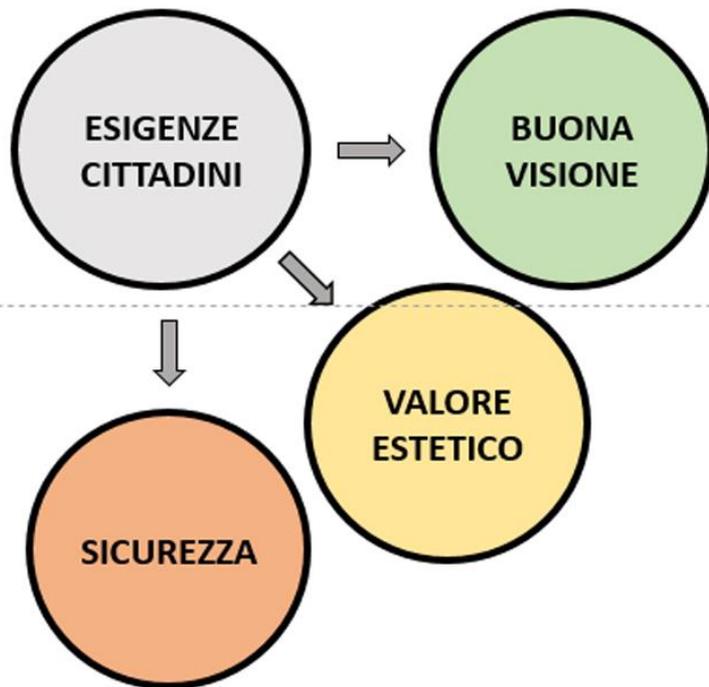
*Agenzia per la
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

ILLUMINAZIONE URBANA

La luce urbana al servizio dell'utenza



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



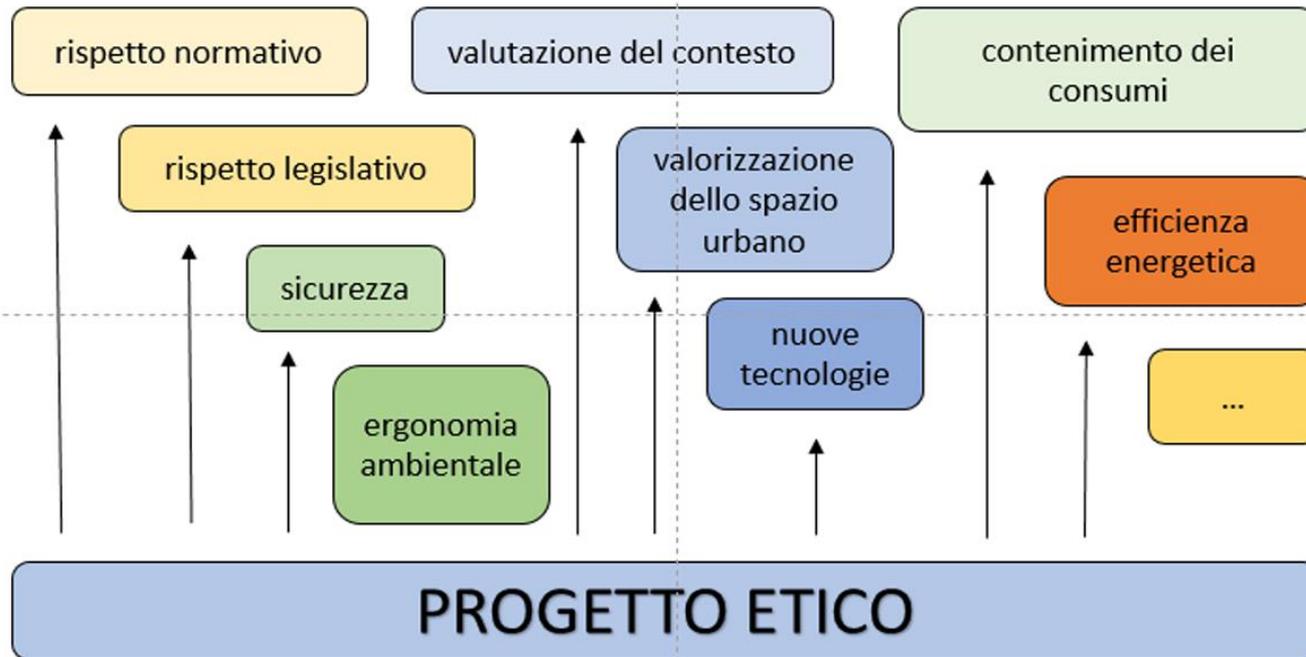
*Agencia per la
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

La luce al servizio dello spazio urbano



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agenzia per la
Coesione Territoriale*



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020

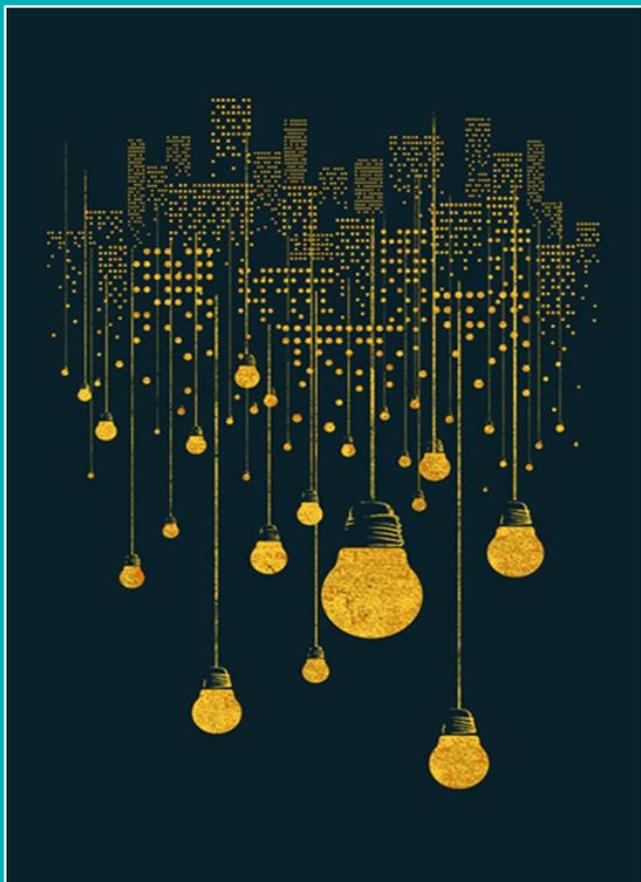


ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

Principali esigenze

- sicurezza dei cittadini
- sicurezza pedonale
- rispondenza alle normative
- risparmio energetico
- buona percezione dello spazio illuminato
- qualità dello spazio illuminato
- riqualificazione luminosa dello spazio
- illuminazione artistica dei monumenti
- city beautification
- assenza di abbagliamento
- ottimizzazione dei rapporti energetici
- rapporto costi/benefici
- facilità di manutenzione
- controllo del flusso luminoso
- adattabilità dell'impianto (modifica del flusso)



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

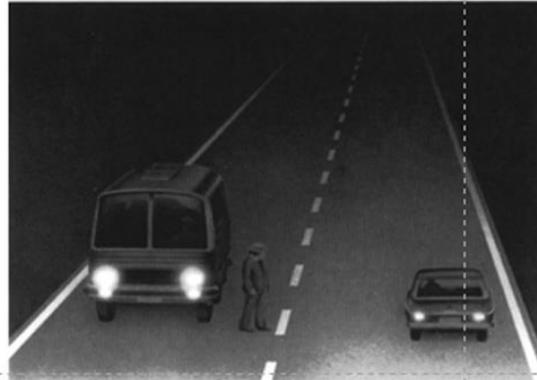
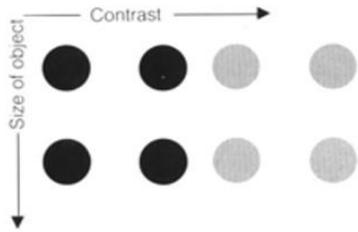


*Agenzia per la
Coesione Territoriale*



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile





ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

La sicurezza dei cittadini



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Agenzia per la
Coesione Territoriale



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020

Illuminazione urbana e la sicurezza degli utenti



Illuminazione del solo piano di fruizione ciclopedonale: esclude la percezione dell'intorno e di eventuali presenze. Ridotto senso di sicurezza dovuto alla mancanza di illuminazione del contesto.



A supporto dell'illuminazione del piano di fruizione ciclopedonale si prevede la creazione di effetti luminosi scenografici nel verde limitrofo: viene percepito il contesto e ogni eventuale presenza aumentando il senso di sicurezza.

N° d'ordine	Tipo di area		Parametri	
			E _m (lux)	E _{min} (lux)
1	strade commerciali con traffico misto veicolare e pedonale	al centro delle città ⁽²⁾	≥25	≥10
2		in quartieri periferici ⁽²⁾	≥20	≥8
3		al centro dei paesi ⁽²⁾	≥10	≥4
4	strade commerciali con traffico solo pedonale	al centro delle città	≥15	≥5
5		in quartieri periferici	≥10	≥3
6		al centro dei paesi	≥8	≥2
7	strade residenziali	a alta intensità abitativa	≥8	≥4
8		a media densità abitativa (strade di collegamento fra quartieri o fra centro e quartieri)	≥5	≥2
9	strade industriali		≥5	≥2
10	strade residenziali a scarsa densità abitativa		≥3	≥1
11	sentieri in aree urbane		≥10	≥4
12	sentieri e vialetti		≥5	≥2
13	attraversamenti pedonali	in aree centrali	≥25 ⁽²⁾	≥10
14		in aree residenziali	≥16 ⁽²⁾	≥4
15	scalinate		≥40	-
16	rampe		≥40	-
17	piste ciclabili	isolate	≥3	≥1,5
18		fiancheggianti strade	≥5	≥2,5
19		nell'attraversamento di strade	≥10	≥5
20	sottopassaggi pedonali o ciclabili	giorno	≥100	≥50
21		notte	≥40	≥20
22	parcheggi	con traffico elevato	≥20	≥5
23		con traffico medio	≥10	≥2
24		con traffico scarso	≥5	≥1
25	costruzioni (chiese, monumenti, edifici storici, ecc)		L=1÷5 cd/m ² ⁽⁴⁾	

(2) Sono compresi anche i portici di tale aree
(4) Il livello di luminanza da adottare dipende dalla distanza da cui il monumento è visto e dalla luminosità dell'ambiente che lo circonda; pertanto il valore minimo della tabella è indicato per monumenti visti da breve distanza (meno di 100m) con sfondo poco luminoso e quello massimo per distanze maggiori ed in ambiente luminoso.



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

Rispondenza alle normative



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Agencia per la
Coesione Territoriale



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

Rispondenza alle normative – sicurezza - percezione



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agenzia per la
Coesione Territoriale*



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020

I NUMERI NON BASTANO



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Illuminazione urbana

Rispondenza alle normative – sicurezza - percezione



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la
Coesione Territoriale*

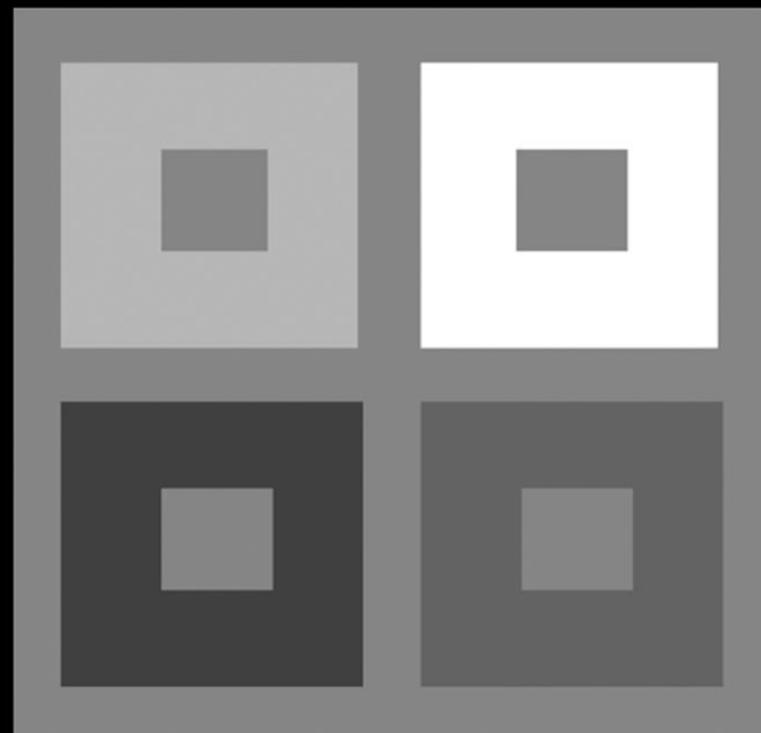


Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



L'aspetto di un oggetto non dipende tanto dall'intensità della sorgente, quanto dal contrasto tra l'immagine e il suo sfondo

I quadratini grigi sono identici, eppure appaiono diversi



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

L'illuminazione è il modo in cui lo spazio si presenta

Applicazione della metodologia di controllo dei gradienti di luminanza



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



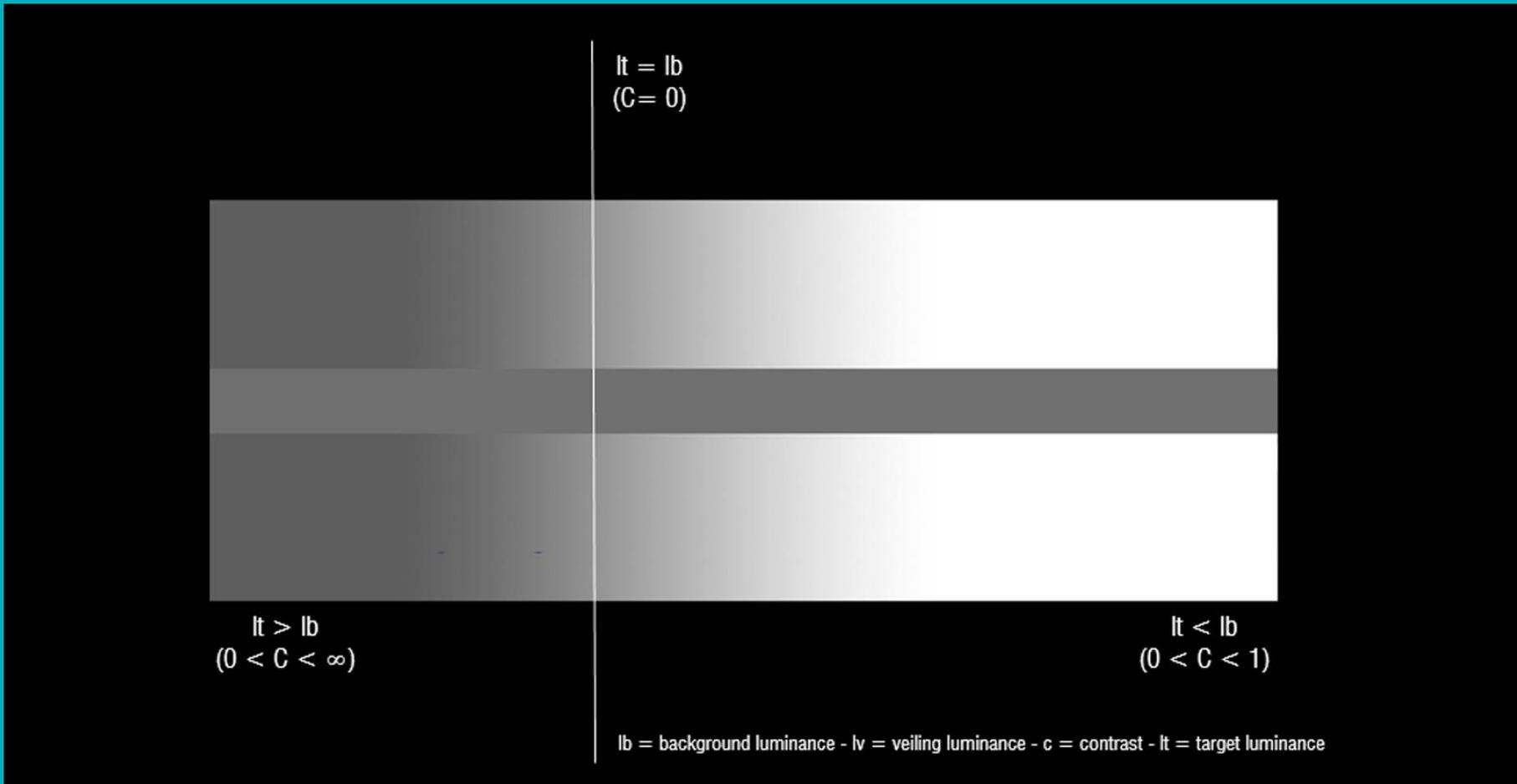
*Agencia per la
Coesione Territoriale*



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

Controllo delle Luminanze

Applicazione della metodologia di controllo dei gradienti di luminanza



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la
Coesione Territoriale*

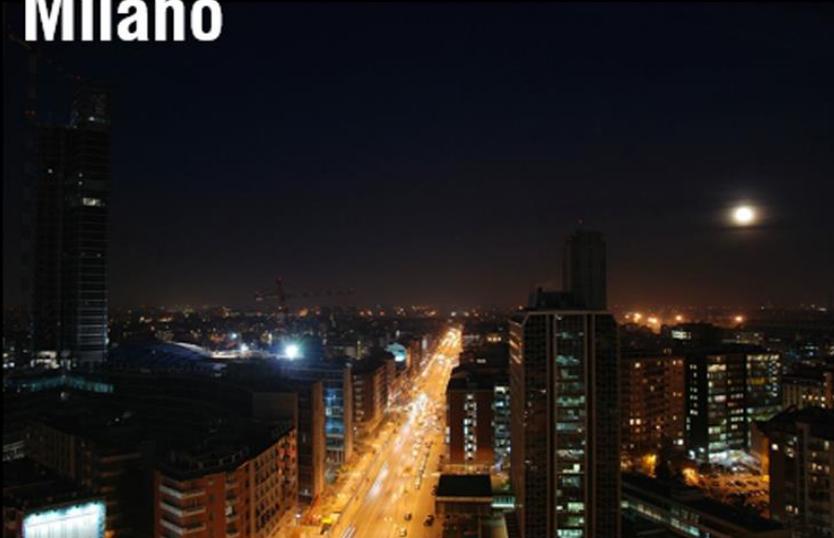


Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



**GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020**

Milano



Venezia



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Controllo delle Luminanze

I gradienti di luminanza nella scena urbana



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Luce e scenografia urbana

La percezione dello spazio urbano



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



**GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020**