



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



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

# Proposta di una procedura schematizzata per semplificare la redazione dei Piani Regolatori di Illuminazione Comunale (PRIC)

*L. Cellucci, L. Monti, F. Gugliermetti, F. Bisegna*



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

DIATEE - Area Fisica Tecnica

PROPOSTA DI UNA PROCEDURA SCHEMATIZZATA PER SEMPLIFICARE LA REDAZIONE DEI PIANI REGOLATORI  
DI ILLUMINAZIONE COMUNALE (PRIC)

L. Cellucci, L. Monti, F. Gugliermetti, F. Bisegna (SAPIENZA Università di Roma, Dipartimento di Ingegneria  
Aeronautica, Elettrica ed Energetica, DIAEE – Area Fisica Tecnica)

Settembre 2012

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Innovazione nella illuminazione pubblica: nuove tecnologie ed integrazione smart con altre  
reti di servizi energetici

Responsabile del Progetto: Simonetta Fumagalli, ENEA

## Indice

<b>Sommario</b> .....	<b>5</b>
<i>Introduzione</i> .....	6
<i>Aspetti caratterizzanti un PRIC</i> .....	6
<i>Il PRIC e le normative</i> .....	7
<i>Il PRIC e gli altri strumenti urbanistici</i> .....	8
<i>PRIC: Smart lighting come applicazione reale della Smart City</i> .....	8
<i>Il PRIC e la gestione degli impianti di illuminazione</i> .....	8
<i>Metodologia semplificata per il PRIC</i> .....	9
<i>Fase 1 – Analisi storica del territorio</i> .....	14
<i>Definizione dell’identità del luogo</i> .....	14
<i>Struttura della città</i> .....	14
<i>Evoluzione storica dell’impianto di illuminazione</i> .....	14
<i>Fase 2 – Comunicazione con i fruitori</i> .....	16
<i>Comunicazione con i fruitori</i> .....	16
<i>Fase 3 – Studio degli strumenti urbanistici e delle normative</i> .....	18
<i>Prescrizioni, vincoli, luoghi di rispetto e Legislazione</i> .....	18
<i>Fase 4 – Individuazione criticità e caratteristiche area in esame</i> .....	19
<i>Fase 5 – Censimento con schede standard dell’impianto</i> .....	20
<i>Censimento dell’impianto di illuminazione attraverso schede standardizzate</i> .....	20
<i>Analisi dello stato di consistenza dell’impianto d’illuminazione</i> .....	20
<i>Risparmio energetico</i> .....	20
<i>Fase 6 – Divisione in sistemi omogenei, oggetti omogenei e singolarità</i> .....	22
<i>Divisione del territorio in aree omogenee – Omogeneità e Singolarità</i> .....	22
<i>Fase 7 – Classificazione illuminotecnica, definizione degli interventi</i> .....	23
<i>Definizione degli scenari di illuminazione – Smart Lighting</i> .....	23
<i>Fase 8 – Organizzazione interventi per urgenza</i> .....	24
<i>Tipologie interventi</i> .....	24
<i>Interventi urgenti – medio e lungo termine: gerarchie degli interventi</i> .....	24
<i>Suddivisione interventi per urgenza</i> .....	24
<i>Fase 9 – Controllo e modifica contratto fornitura elettrica</i> .....	26
<i>Contratto con il fornitore di energia elettrica</i> .....	26
<i>Fase 10 – Controllo del rispetto delle prescrizioni</i> .....	27
<b>Conclusioni</b> .....	<b>28</b>
<b>Riferimenti bibliografici</b> .....	<b>29</b>



## Sommario

La pianificazione, realizzazione e gestione dell'illuminazione delle città è aspetto particolarmente complesso: non è raro nella realtà italiana incontrare impianti di illuminazione disomogenei, con elementi di discontinuità all'interno del contesto notturno. In termini legislativi, tali difficoltà sono state affrontate attraverso la richiesta di un Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC). Ciononostante, la scarsa attenzione da parte delle amministrazioni verso le questioni legate al tema della luce urbana, e la diversità degli approcci dei professionisti che s'interessano a queste tematiche (non esiste un pensiero comune, ma solo molte figure professionali in gioco e poca collaborazione) rendono ancora attuale questo problema, a cui nel tempo se ne sono aggiunti altri, tra cui fondamentale risulta essere l'inconciliabilità tra la necessità di redazione di un P.R.I.C. (laddove esso sia già previsto da legislazione) e la pratica impossibilità da parte dei piccoli e medi comuni di rendersi operativi in tempi rapidi, a causa della scarsa disponibilità di personale tecnico e della contestuale compresenza di emergenze che rendono la questione inevitabilmente secondaria.

Il presente report ha dunque lo scopo di illustrare non tanto come redigere un PRIC (realtà difficile in un piccolo Comune), ma come seguire da vicino l'operato di un tecnico esterno, che inevitabilmente si troverà a chiedere e a restituire documentazione al Comune interessato. L'intento di questo documento è quindi quello di presentare una descrizione sintetica ed esplicativa (attraverso uno schema tipo flow-chart) dei passi da eseguire, degli attori coinvolti, della documentazione necessaria, per ogni singola fase in cui si può considerare suddivisa la redazione di un PRIC.

## Introduzione

Lo studio e la progettazione dell'illuminazione delle città è questione particolarmente complessa, in quanto comprendente varie discipline sia del mondo della luce che del mondo dell'urbanistica [1] (la comunicazione tra spazi urbani, la valorizzazione storica ed estetica, la ricomposizione degli spazi urbani e la riqualificazione urbana, il problema energetico in termini di sostenibilità energetico-ambientale). Non è raro nella realtà italiana incontrare situazioni di progettazione e realizzazione degli impianti d'illuminazione per passi successivi, generalmente scollegati e disomogenei, che inevitabilmente portano a elementi di forte discontinuità all'interno del contesto notturno, in quanto non esiste un progetto di illuminazione unitario ed omogeneo che parta da considerazioni di insieme a livello urbano [2].

Un progetto di illuminazione urbana deve partire da un'idea d'insieme, considerando una serie di elementi cardine, il loro contesto e i loro legami con le varie parti, in modo che esso possa, nel rispetto delle normative tecniche esistenti, avere la forza di dare un'identità alla realtà notturna, considerando i singoli elementi che la compongono, e contestualmente analizzando le logiche di coesione tra le varie parti di essa, rendendola così un organismo unico, non divisibile in parti disomogenee, costituito da elementi riconoscibili che vivono l'uno in funzione dell'altro [1, 5].

Queste problematiche, che 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), sono state affrontate in termini legislativi attraverso la richiesta di un Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC) [3], la cui caratteristica principale è quella di evidenziare le principali soluzioni che permettono di razionalizzare l'illuminazione sul territorio e quindi di conseguire i maggiori risultati possibili in termini di risparmio energetico e manutentivo favorendo il rientro dei costi di investimento nel minor tempo possibile (piano di Energy Saving).

L'ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, attraverso il Progetto Lumiere, vuole incentivare l'efficienza energetica nel settore dell'illuminazione pubblica al fine di favorire la riduzione dei consumi di energia elettrica degli impianti d'illuminazione delle aree di competenza comunale, con l'obiettivo dichiarato di "agevolare e instradare le amministrazioni (Comuni e Province) verso soluzioni tecnologiche innovative e competitive, supportarle con una metodologia razionale per la conoscenza del proprio patrimonio, orientarle nella realizzazione di interventi di riqualificazione energetica dei propri impianti d'illuminazione, fornire indicazioni e modalità ottimali di gestione dei medesimi, delineando un percorso tecnico ed economico-finanziario standardizzato, nel quale confluiscono gli aspetti tecnologici, economici, finanziari, contrattuali e cognitivi che intervengono ed interagiscono nei processi di riqualificazione e gestione degli impianti" (Progetto Lumiere: LINEE GUIDA – Soluzioni economico-finanziarie per la riqualificazione della illuminazione pubblica, Accordo di Programma MSE/ENEA, Progetto di ricerca 3.2, "Tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica", Marzo 2011).

In questo tentativo, i problemi emersi sono diversi e di notevole entità. Tra i tanti, l'inconciliabilità tra la necessità di redazione di un PRIC (laddove esso sia già previsto da legislazione) e la pratica impossibilità da parte dei piccoli e medi comuni di rendersi operativi in tempi rapidi, a causa della scarsa disponibilità di personale tecnico e dalla contestuale presenza di emergenze che rendono la questione energetica prioritaria, ma inevitabilmente posta sempre in secondo piano. La presenza di Linee Guida spesso diverse da Regione a Regione non aiuta peraltro nell'individuazione di un semplice schema da seguire nell'elaborazione del PRIC, ovvero nella interpretazione di quanto eseguito da professionisti esterni.

### *Aspetti caratterizzanti un PRIC*

Il piano regolatore della luce, anche se non ancora obbligatorio, è uno strumento urbanistico in grado di regolamentare tutte le tipologie di illuminazione per la città, è un vero e proprio tracciato di come va progettata la città dal punto di vista illuminotecnico. Presenta dei vantaggi fondamentali, poiché consente di rispettare in maniera generale la struttura dei tessuti urbani correlandoli a un tipo di illuminazione

adeguata. Il risultato finale è l'ottenimento e l'ottimizzazione della rete di illuminazione comunale secondo le principali esigenze.

Il PRIC nasce per ottenere un censimento quantitativo e qualitativo degli impianti esistenti sul territorio comunale, e per disciplinare le nuove installazioni, anche in relazione ai tempi e alle modalità di adeguamento, manutenzione o sostituzione degli apparecchi esistenti [6].

Le principali fasi previste dal PRIC sono:

Fase analitica:

- 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;

Fase progettuale:

- pianificazione degli interventi da effettuare nelle diverse aree;
- progettazione illuminotecnica per l'attuazione degli interventi.

L'acquisizione di questo strumento permette al progettista di usufruire di un ottimo supporto in fase progettuale per evitare errori e imprecisioni che in mancanza di esso potrebbero verificarsi e, al Comune, di seguire con maggiore consapevolezza l'operato del progettista e supportarlo in fase decisionale.

## Il PRIC e le normative

Il PRIC è lo strumento urbanistico che, redatto dai Comuni, analizza lo stato di fatto degli impianti di illuminazione pubblica esterna e ne regola l'attività, fin nel particolare della manutenzione ordinaria. La redazione di un P.R.I.C. agevola le P.A. nell'analisi dello stato di fatto degli impianti di illuminazione, la loro gestione e manutenzione, semplifica l'adeguamento alla normativa e porta ad un consumo energetico prestabilito e consapevole, contestualizzando l'impianto con il territorio.

Le normative riguardanti l'illuminazione si limitano a fissare una serie di parametri illuminotecnici [4] da rispettare per assicurare un'illuminazione funzionale. Attraverso un rigoroso rispetto delle indicazioni normative, si riesce ad ottenere una diminuzione dei consumi, della produzione di CO<sub>2</sub> e dei costi ad essi connessi, evitando eventualmente i danni prodotti dall'inquinamento luminoso a uomini, animali e vegetazione. Ma anche seguendo perfettamente i criteri normativi, non sempre si ottiene una buona illuminazione in grado di contestualizzarsi nel territorio e che soddisfi le sue reali necessità [7].

Nelle leggi regionali, si contiene l'inquinamento luminoso definendo limiti di emissione del flusso luminoso verso la volta celeste, e con valori più severi nelle fasce di rispetto degli osservatori [8]. La luce, però, non limita solamente la vista delle stelle, ma se non ben direzionata, essa diviene molesta, come nel caso di abitazioni al primo piano, che nelle ore notturne possono subire l'effetto dell'illuminazione da parte degli impianti esterni. In ottica di nuovi sviluppi teorici e successivamente tecnici, poi, si può prevedere che diventerà necessario considerare le problematiche connesse con la fisiologia circadiana (alternarsi del ritmo sonno/veglia), e dei piani del colore, già obbligatori in alcune regioni italiane. In questo ambito, sono in fase di proposizione alcune leggi regionali che considerano l'influenza della luce sul corpo umano (Tra cui la legge provinciale 21 giugno 2011, n.4 la Giunta ha approvato criteri per la tutela della salute e del benessere dei cittadini e il miglioramento della loro sicurezza) [9].

Il PRIC deve essere strutturato quindi sulla base di prescrizioni che assecondino le attuali normative vigenti, ed, essendo strumento di riferimento per lo sviluppo delle nuove progettazioni, sulla base di considerazioni che tengano conto dello sviluppo del mondo dell'illuminazione degli esterni in prospettiva futura. In questo senso, gli aspetti di integrazione sociale ed energetica associati alle Smart Grid e al concetto di Smart City, gli elementi di integrazione e contestualizzazione territoriale ed urbana, gli elementi di fisiologia circadiana, sono elementi che seppur ad oggi non normati debbono essere presi in considerazione in modo attento e consapevole nella redazione di un PRIC.

## Il PRIC e gli altri strumenti urbanistici

La pianificazione degli interventi sull'illuminazione deve essere improrogabilmente integrata con il PRG e con tutti gli altri strumenti urbanistici riguardanti il territorio per assicurare che l'impianto sia adatto al contesto da illuminare (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 [10]). Il PRIC in questo senso non è solo un piano attuativo, ma anche un sistema per rendere omogeneo un ambito ad oggi disorganico.

## PRIC: Smart lighting come applicazione reale della Smart City

Una buona pianificazione del sistema e della sua gestione consente la riduzione, anche importante, di consumi inutili. Nella realtà italiana, non è purtroppo difficile imbattersi in uffici tecnici comunali che non sono in possesso della documentazione aggiornata degli impianti. Nelle prime fasi del PRIC sono previste approfondite analisi dello stato di consistenza degli impianti per sopperire a queste prime difficoltà. Solo successivamente si prevede la stesura di un cronoprogramma orientato alla definizione della gestione degli impianti, intesa come organizzazione complessiva, comprendente la progettazione di nuovi rami e gli interventi sull'esistente, ovvero sulla manutenzione ordinaria.

D'altra parte, non si deve pensare al risparmio economico ottenibile attraverso sistemi evoluti soltanto come un mero investimento di capitale e relativo calcolo del tempo di rientro economico, bensì ad un intervento più ampio, sia di tipo energetico che culturale e sociale. L'estensione dell'illuminazione sul territorio è un potenziale da considerare in termini di Smart Grid, primo passo verso l'obiettivo della Smart City, punto di riferimento di progetti europei ed elemento chiave di Horizon 2020 – The Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020) [11]. Al contrario del tradizionale funzionamento della rete elettrica, in cui si produce energia che viene messa in rete e consumata, la Smart Grid è una rete intelligente che veicola flussi in più direzioni; se poi l'impianto d'illuminazione è equipaggiato con dispositivi che raccolgono informazioni, la rete diviene intelligente. La tecnologia in questo caso non solo può aiutare a gestire l'impianto di illuminazione nella sua funzione primaria, l'illuminazione, ma può anche aumentare anche i servizi erogati fornendo informazioni ai cittadini, monitorando la strada o l'ambiente, comunicando con gli Smart Buildings presenti sul territorio [12]. La possibilità di aggiungere servizi all'impianto di illuminazione consente di gestire gli investimenti aumentandone lo spettro di azione.

Il PRIC, come piano a lungo termine, ha l'obbligo, seppur non normato, di prevedere scenari con presenza di sistemi intelligenti in cui l'illuminazione (intelligente) guida il flusso di informazioni raccolte da dispositivi integrati nella struttura del palo, elemento che oltre alla funzione primaria diviene nodo principale della Smart Grid. Per la gestione dell'impianto, si possono scegliere sistemi tradizionali ed economici, ma non abilitanti alla tecnologia Smart [13], ovvero sistemi come il telecontrollo con impianti adattivi, che variano la quantità di energia erogata all'impianto analizzando la presenza effettiva di utenze. Ovviamente, sistemi più evoluti rappresentano un maggior costo d'investimento ma consentono minori consumi, abbattimento dei costi di manutenzione, e forniscono una base per la Smart Grid estesa all'intero territorio comunale. Le configurazioni possibili del telecontrollo dipendono dai dispositivi e dalle sorgenti luminose.

La possibilità di utilizzare un software di controllo che registri i consumi punto a punto (ovvero di ogni apparecchio), invii segnali di malfunzionamento (diminuendo il costo per manutenzione ordinaria), analizzi la presenza di utenti, gestisca il flusso luminoso, e apra le porte ai servizi smart rappresenta sicuramente un surplus per il cittadino e una grande fonte di informazioni e di aiuto per la PA. I sistemi di telecontrollo non dovranno essere necessariamente installati in ogni area, ma possono essere distribuiti a seconda delle esigenze e della tipologia di controllo previste.

## Il PRIC e la gestione degli impianti di illuminazione

Una delle principali finalità del PRIC è quella di strutturare semplificandola la pianificazione della gestione dell'impianto d'illuminazione in termini di manutenzione ordinaria, adeguamento, riqualificazione e progettazione di nuovi impianti.

L'illuminazione urbana è un servizio indispensabile che per l'amministrazione comunale è un onere da sostenere. Grazie alle moderne tecnologie il dispendio economico può essere ridotto e soprattutto l'impianto d'illuminazione pubblica può essere ottimizzato nelle sue funzionalità e nella sua gestione.

Le possibilità di gestione del controllo del flusso sono molteplici: ad oggi, più della metà degli impianti ha dispositivi di accensione di tipo on/off con rilevamento crepuscolare, soltanto il 28% è fornito di orologio, solo una piccola parte si affida agli orologi astronomici (impostando le coordinate del luogo il dispositivo calcola quotidianamente il tramonto e l'alba adeguando l'orario di accensione/spegnimento dell'impianto); il telecontrollo infine è presente solo nel 4% dei Comuni [14].

Con l'introduzione delle nuove tecnologie, sono inoltre disponibili alimentatori per lampade LED o a scarica che forniscono programmazioni autonome per varie fasce orarie. Anche nel campo delle sorgenti, la tecnologia avanza molto velocemente, ed è importante durante la stesura del PRIC indirizzarsi verso soluzioni più efficienti senza però escludere le innovazioni, valutando di volta in volta l'eventuale possibilità di integrazioni e/o sostituzioni con impianti più innovativi e all'avanguardia. La scelta sarà effettuata seguendo la convenienza economica del progetto e la valorizzazione dell'ambito in cui si inserisce. Dopo uno studio approfondito del territorio, dell'impianto esistente e delle necessità del contesto, si hanno gli strumenti per valutare quale sistema di gestione e quale tipologia di lampade risponde alle necessità di ogni impianto.

### *Metodologia semplificata per il PRIC*

L'approccio metodologico qui proposto prevede la definizione del PRIC secondo un'articolazione in 10 passi, per ciascuna delle quali si individuano le attività da compiere, la sequenza, la documentazione da richiedere e da produrre, gli attori coinvolti nel processo, gli elaborati da produrre. I 10 passi individuati sono una rivisitazione di linee guida già esistenti, a cui si sono aggiunte delle piccole novità, che contemplano il riferimento agli utenti e l'introduzione in modo più esplicito delle nuove tecnologie orientate alle Smart Cities.

In Fig. 1 viene presentata lo schema della consequenzialità delle fasi di redazione del PRIC, mentre in Fig. 2 viene mostrata la scomposizione della singola fase in: soggetto interessato, elaborati, azioni, descrizione delle azioni e note esplicative o di riferimento. La Fig. 2 si presenta quindi come una legenda di come deve essere interpretata e letta la scomposizione di ciascuna singola fase.

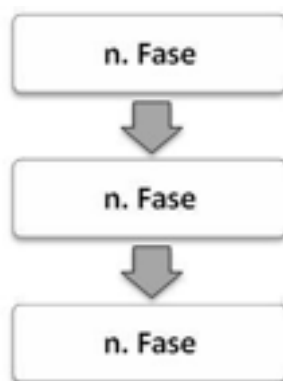


Figura 1. Schema della consequenzialità delle fasi di redazione del PRIC.



Figura 2. Legenda per la lettura della scomposizione della singola fase.

Come principali soggetti interessati si sono considerati:

- Cittadini
- Progettista: professionista dell'ufficio tecnico o, se non presente personale interno rispondente alle specifiche richieste, tecnico esterno iscritto ad albo di riferimento con competenze in campo illuminotecnico
- T.E. Tecnico Esterno
- U.T. Ufficio Tecnico.

La Fig. 3 mostra le 10 fasi in cui si articola la metodologia proposta. Definito il processo di redazione nelle 10 fasi, ciascuna fase viene esaminata nel dettaglio, specificando le attività attese per il completamento di ciascun task in modo da poter passare alla fase successiva. Il metodo così sviluppato ha l'obiettivo di rispondere alle molteplici richieste di chiarificazione del processo di redazione del PRIC manifestate in sede di sviluppo del progetto Lumiere da piccoli e medi comuni italiani in cui difficilmente l'ufficio tecnico, generalmente costituito da un numero esiguo di tecnici, non necessariamente esperti in materia di illuminazione, è in grado di redigere autonomamente il PRIC, ovvero seguirne il processo di redazione da parte di un professionista esterno. Tale compito è peraltro reso ancora più arduo e oneroso dalla molteplicità di linee guida che sono state prodotte per rispondere alle diverse leggi regionali emanate per recepire ed introdurre tale strumento tecnico legislativo, che hanno portato alla redazione di documenti diversi e spesso disomogenei per informazioni e orientamenti da regione a regione e da comune a comune. In particolare, dall'analisi dei Piani Regolatori dell'Illuminazione Comunale redatti in alcune città italiane, tra cui [15-17], risultano evidenti mancanze soprattutto nell'organizzazione degli elaborati, che causano difficoltà nell'utilizzo dei Piani. Per la classificazione illuminotecnica delle strade, poi, in pochi o nessuno è considerata l'analisi dei Piani del Traffico, e alle volte del Nuovo Codice della Strada.

Dall'analisi di diversi PRIC già redatti, si nota come una buona suddivisione del territorio facilita la successiva organizzazione dei dati dell'analisi e della successiva enunciazione di caratteristiche da rispettare, come si nota in particolare dal PRIC di Venezia, in cui si divide il territorio tra terraferma, ulteriormente divisa secondo i punti cardinali, e centro storico. Durante il censimento dei punti luce è possibile poi l'utilizzo di software per la redazione delle schede dei punti luce, e successivamente per catalogarle e gestirle (funzionalità che verrà peraltro consigliata nella fase 8 della metodologia semplificata). Il PRIC di Lodi è un buon esempio di analisi del territorio e degli impianti, anche se gli elaborati grafici risultano troppo complessi. Svoltata l'analisi e il censimento, il Piano deve definire delle caratteristiche generali da cui il progettista può iniziare per la pianificazione degli interventi. L'enunciazione di queste caratteristiche deve seguire l'impaginazione dell'analisi. In qualche piano della luce le indicazioni si riferiscono a limiti illuminotecnici senza definire caratteristiche qualitative, lasciando ogni decisione al

progettista, facendo così perdere al Piano una delle potenzialità più importanti. Sono pochi infine i Piani che considerano anche l'illuminazione esterna privata.

Il metodo, sviluppato durante il 2012, è stato già presentato nelle sue diverse fasi di sviluppo nelle giornate di presentazione organizzate da ENEA, nell'ambito delle quali il confronto con Assessori Comunali e Responsabili di Uffici Tecnici ha portato a modifiche ed ulteriori semplificazioni nella definizione della procedura:

- 8 maggio, Bologna (partecipazione ANCI Emilia Romagna), 24 maggio Orvieto (partecipazione Cittàslow), 7 giugno Roma (partecipazione Legautonomie Lazio)  
"Verso la città sostenibile: dal Progetto Lumière alla smart city" Risparmio ed efficienza energetica nell'Illuminazione Pubblica verso una città "intelligente" al servizio dei cittadini
- 17 maggio, Roma Forum PA (stand Agesi)  
"PROGETTO LUMIERE – LINEE GUIDA per l'Efficienza Energetica nella Pubblica Illuminazione"
- 22 giugno, Parma  
"Illuminazione Pubblica: dal progetto Lumière il metodo e gli strumenti per risparmio ed efficienza energetica"

Probabilmente proprio per come è nato e si è strutturato, il metodo ha già ottenuto (prima ancora di essere ufficializzato) un buon riscontro e apprezzamento da parte delle PA, che si sono mostrate interessate anche attraverso un discreto numero di domande e di contatti via e-mail. In allegato, si riporta una presentazione preparata per uno di questi incontri.

## **Piano Regolatore Illuminazione Comunale**

**1. Analisi storica del territorio**

**2. Contatto con i fruitori**

**3. Studio degli strumenti urbanistici e delle normative**

**4. Individuazione criticità e caratteristiche area in esame**

**5. Censimento con schede standard dell'impianto**



Figura 3. Articolazione in fasi del Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC).

### Fase 1 – Analisi storica del territorio

Nella prima fase (Fig. 4) viene sviluppata da parte del tecnico l'analisi storica del territorio con l'obiettivo di definire una contestualizzazione del PRIC. Per ottenere questo risultato, il tecnico deve richiedere la documentazione necessaria all'UT e analizzare il processo di formazione del territorio e di realizzazione dell'impianto d'illuminazione, redigendo come documento finale delle tavole di analisi del territorio e dell'impianto. Nelle note vengono riportate delle considerazioni cui può fare riferimento il tecnico per lo sviluppo della documentazione richiesta.

### Definizione dell'identità del luogo

Per conoscere e capire un luogo il primo passo da effettuare è studiarne il passato per comprendere quali avvenimenti lo hanno reso ciò che è oggi. La storia ha segnato ogni Comune, non solo attraverso la presenza di monumenti, ma anche con la loro mancanza, a causa dei segni della guerra o delle calamità naturali. È fondamentale ricordare il passato in ambito progettuale per mantenere ed evidenziare alcune caratteristiche senza, però, nascondere i cambiamenti, perché anche questi rappresentano la storia del Comune. Il primo passo da effettuare è, quindi, lo studio degli avvenimenti che stratificandosi hanno plasmato il territorio e da questo analizzare lo stato di fatto della città, individuandone caratteristiche e criticità. Le potenzialità di un luogo e dei suoi abitanti sono la chiave attraverso cui si può identificare quale tipo di intervento sia recepito meglio dalla popolazione. Gli spazi urbani sono fruiti, non solo dai suoi abitanti, ma anche da pendolari, turisti, city users e metropolitan businessmen. Già in questa prima fase iniziale sarà utile interagire con tutti i fruitori, attraverso sistemi di comunicazione, moderni e tradizionali per comprendere i bisogni di tutti gli utenti del territorio e iniziare una rete di collaborazione che sarà mantenuta anche successivamente, a lavori ultimati. I sistemi di comunicazione iniziali diverranno un portale che consente anche di segnalare disservizi e guasti direttamente dal cittadino.

### Struttura della città

Nella ricerca dell'identità notturna di un luogo si devono evidenziare le potenzialità di un sito, i luoghi di aggregazione e le sue particolarità come, ad esempio, elementi di interesse storico, artistico e culturale che rendono riconoscibile la città. Saranno subito evidenti le particolarità di un territorio dopo la ricerca e l'analisi effettuate, così come saranno riconoscibili le criticità che, come le particolarità, sono caratteristiche di una specifica area. Le criticità saranno affrontate di volta in volta, ma l'individuazione nella fase di studio del territorio semplificherà la loro risoluzione in ambito progettuale.

Non si deve più concentrare l'attenzione solamente sul centro storico perché l'evoluzione urbanistica della città ha portato a considerare elementi identificativi del territorio anche le aree decentrate. Le periferie si sono allontanate e a loro volta hanno acquisito una loro identità che dovrà essere considerata anche in previsione di futuri cambiamenti. Queste aree, a differenza di quelle consolidate, sono in rapido cambiamento. È evidente quindi quanta importanza ha lo studio degli strumenti urbanistici per prevedere una illuminazione che segua l'evoluzione del territorio.

### Evoluzione storica dell'impianto di illuminazione

Dopo aver approfondito la conoscenza dei cenni storici che hanno visto come protagonista il Comune e l'area di interesse è possibile comprendere gli schemi di composizione della struttura del costruito e delle infrastrutture, dati che saranno necessariamente da implementare con lo studio della storia dell'impianto di illuminazione, ricercando immagini e descrizioni degli apparecchi del passato [18]. Si ottengono così le informazioni sufficienti per decidere quali scenari sottolineare o riportare alla luce e dove scegliere altre ambientazioni, sempre considerando che lo scopo di questa fase è dare risalto ed identità alla città notturna migliorando il servizio di illuminazione e diminuendo inquinamento luminoso e dispendio energetico.

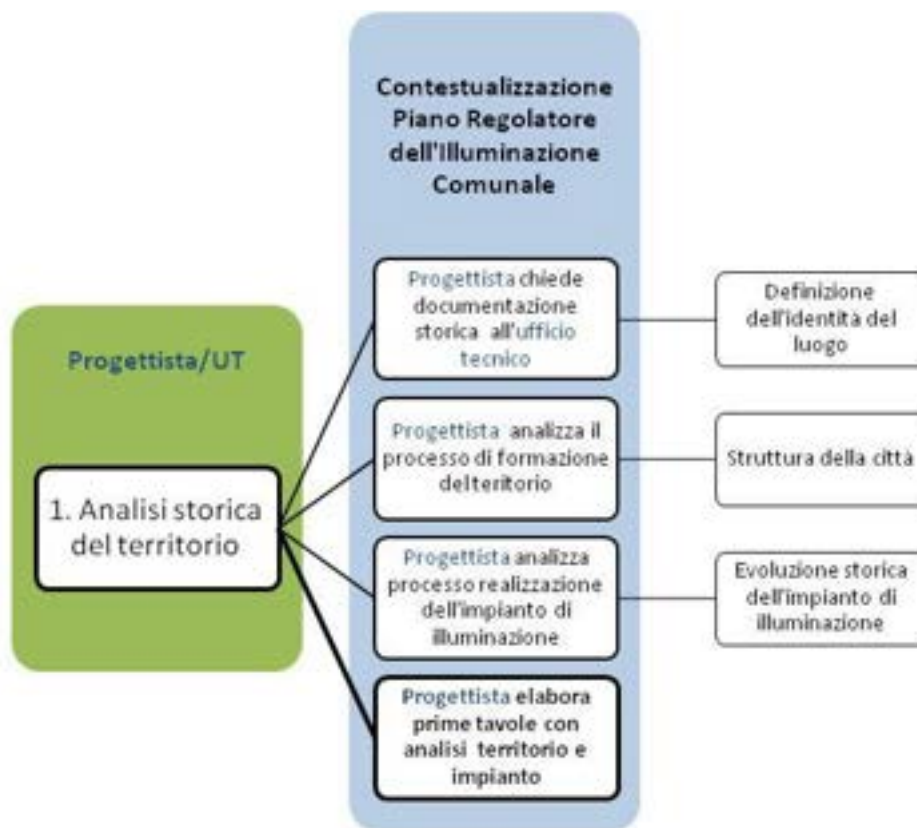


Figura 4. Articolazione della fase 1.

## *Fase 2 – Comunicazione con i fruitori*

Nella seconda fase (Fig. 5) viene sviluppata da parte dell'UT un'analisi delle richieste dei principali fruitori dell'impianto dell'illuminazione comunale, i cittadini (e laddove si ritenga opportuno, anche i turisti), con l'obiettivo di prendere atto e valutare le richieste dei reali utilizzatori degli impianti di illuminazione. Per ottenere questo risultato, l'UT deve aprire il dialogo con i cittadini, analizzare le richieste ed elaborare una classifica delle proposte più significative, comunicando al progettista i risultati dell'indagine. Tale fase viene facilitata e potenziata negli effetti quanto più ci si orienta verso tecnologie Smart.

## **Comunicazione con i fruitori**

Abituare fruitori e PA ad un dialogo continuo e più semplice attraverso le tecnologie moderne è indispensabile. L'amministrazione potrà e dovrà informare gli utenti rendendoli partecipi delle decisioni da prendere per il paese. Se ben informato, il cittadino comprenderà le difficoltà nella gestione del territorio e sarà meno critico e più partecipativo: aggiornato nei temi del risparmio energetico e nel rispetto dell'ambiente per l'inquinamento luminoso, cambierà le abitudini anche nella vita privata. Questi canali di comunicazione sono attualmente utilizzati per comunicare i malfunzionamenti degli impianti, ma hanno potenzialità maggiori: nel periodo di analisi che anticipa la progettazione di un PRIC, si potrà ad esempio chiedere a tutti i fruitori dell'area di comunicare le loro richieste, saranno analizzate e prese in esame come proposte per gli scenari di illuminazione del territorio. Durante la riqualificazione i cittadini saranno, inoltre, avvisati dei possibili disagi causati dai lavori e saranno poi loro stessi a giudicare gli interventi e a segnalare eventuali malfunzionamenti o l'inadeguatezza dell'impianto.

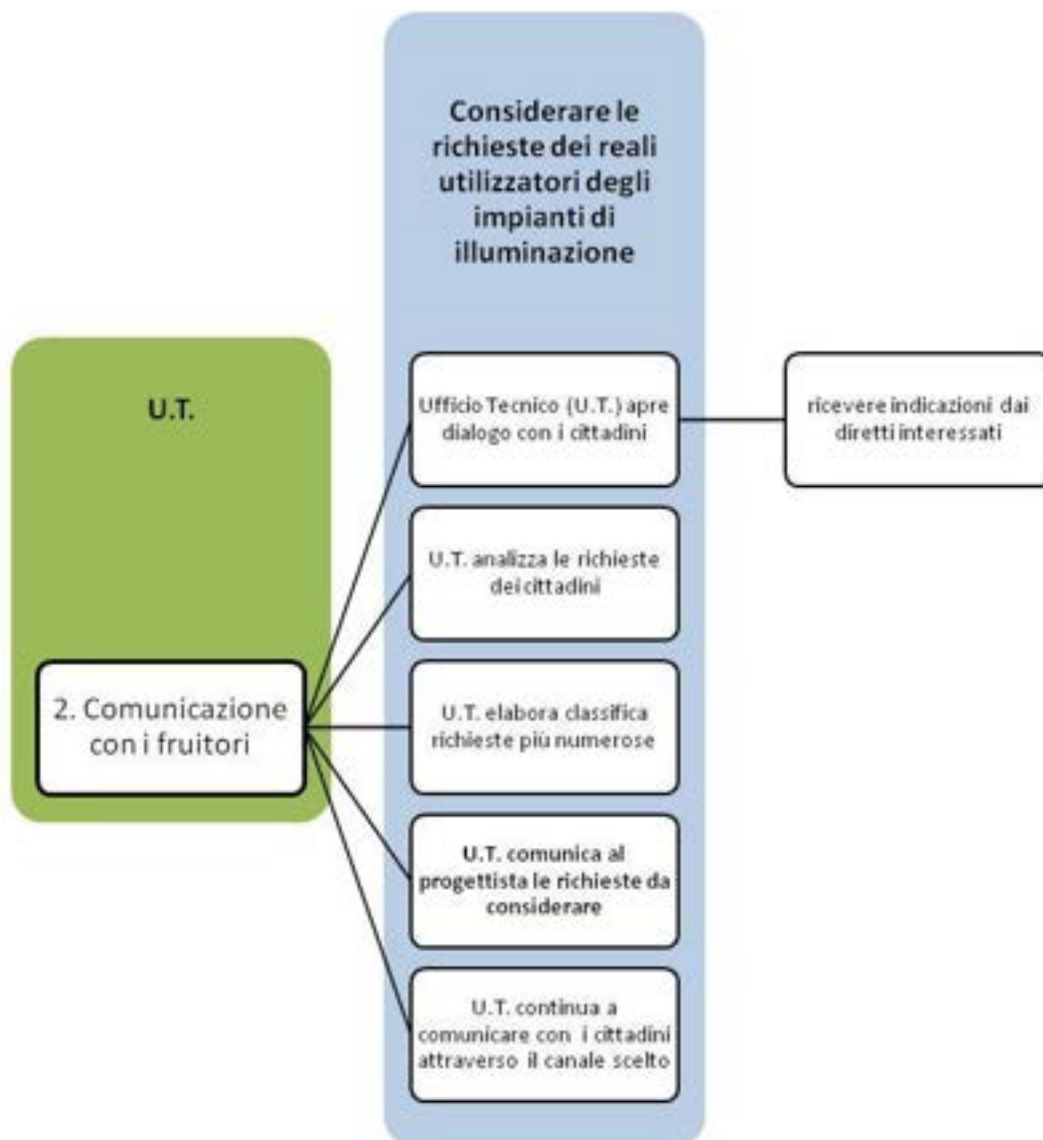


Figura 5. Articolazione della fase 2.

### Fase 3 – Studio degli strumenti urbanistici e delle normative

Nella terza fase (Fig. 6) viene sviluppata da parte del Progettista/UT un'analisi degli strumenti urbanistici, normativi e legislativi, con l'obiettivo di organizzare in un unico documento tutte le richieste da soddisfare relativamente all'ambito legislativo/normativo. Per ottenere questo risultato, il progettista chiede alla UT tutta la documentazione necessaria, analizza le normative e definisce le Norme Tecniche Attuative del PRIC.

#### Prescrizioni, vincoli, luoghi di rispetto e Legislazione

L'illuminazione è attualmente regolata da normative internazionali e nazionali, e dalle rispettive leggi regionali di riferimento. La situazione è eterogenea e si dovranno quindi analizzare i criteri richiesti dalle normative per ogni regione. In questa fase si deve analizzare entro quali parametri dovrà essere progettato l'impianto. Dopo la normativa si analizzano le prescrizioni e i vincoli del territorio per rispettare l'ambiente in cui si inserisce il progetto. Nell'organigramma del PRIC saranno inseriti dei limiti sempre più restrittivi per impianti privati e pubblici, in modo da sensibilizzare i fruitori attraverso i canali di comunicazione già utilizzati per i sondaggi: una migliore e meno intensa illuminazione non genera minor protezione e sicurezza, bensì riduce i danni della luce artificiale e consente un maggior risparmio energetico.

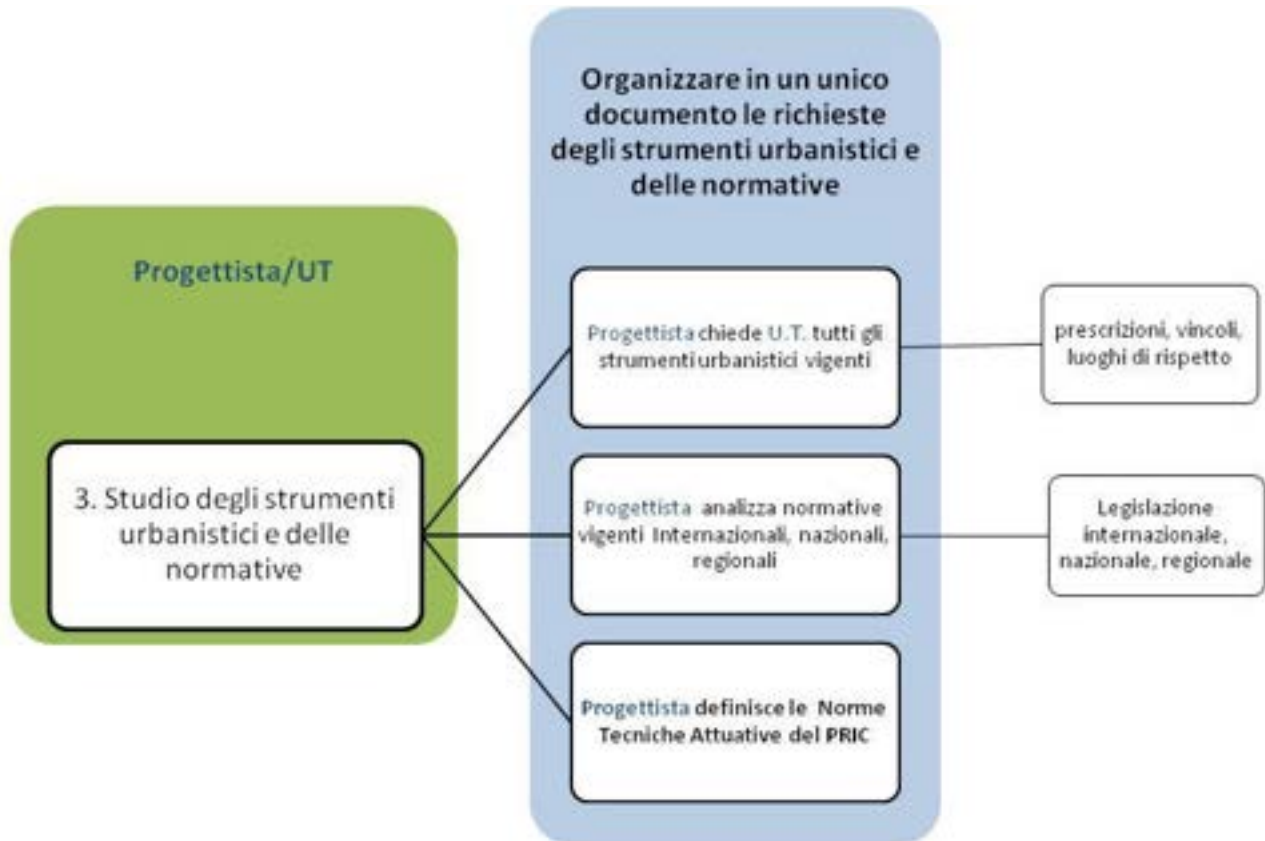


Figura 6. Articolazione della fase 3.

#### *Fase 4 – Individuazione criticità e caratteristiche area in esame*

Nella quarta fase (Fig. 7) viene sviluppata da parte del Progettista un'analisi dello stato di consistenza del territorio, individuandone ed evidenziandone le criticità e le caratteristiche, con l'obiettivo di risolverne le difficoltà e di sottolinearne le peculiarità. In questa fase, il progettista deve indagare sulla possibilità di considerare soluzioni in ottica di Smart City ed Environment.

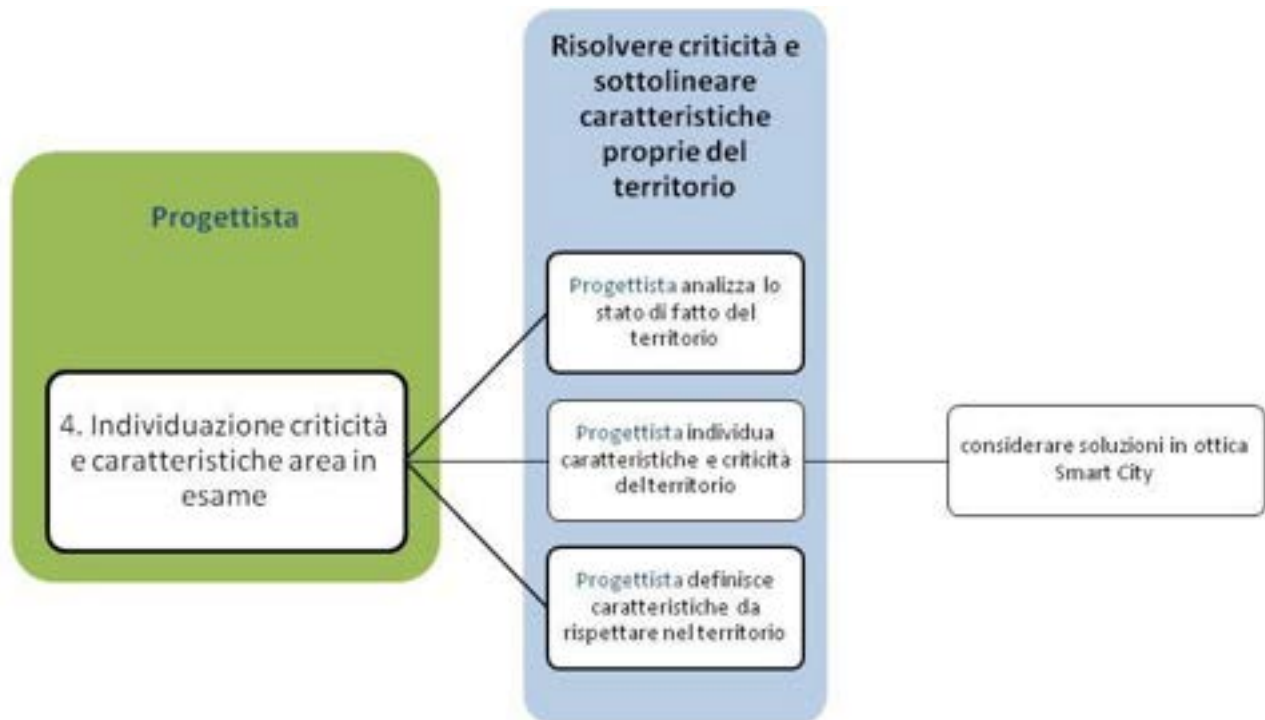


Figura 7. Articolazione della fase 4.

### Fase 5 – Censimento con schede standard dell'impianto

Nella quinta fase (Fig. 8) viene sviluppata da parte del Progettista/TE un censimento per punto luce dell'intero impianto di illuminazione esterna, con l'obiettivo di organizzare in forma documentale una conoscenza dettagliata e diretta dell'intero parco illuminazione comunale. Per ottenere questo risultato, il progettista/TE deve effettuare un censimento, elaborando su opportuno software le schede per ciascun punto luce.

### Censimento dell'impianto di illuminazione attraverso schede standardizzate

Lo stato di fatto dell'impianto esistente dovrà essere studiato approfonditamente. Spesso le PA non hanno nemmeno i dati per la manutenzione ordinaria: dovendo quindi redigere un censimento completo, si organizzeranno le informazioni per gestirle più velocemente.

L'approfondita analisi del territorio effettuata precedentemente sarà la prima classificazione per la localizzazione dell'impianto, inserendo una serie di informazioni nelle schede di gestione del censimento relative proprio all'intorno, cioè alle dimensioni delle strade e alle utenze nelle diverse fasce orarie. Ogni punto luce sarà poi descritto secondo il tipo d'installazione, il proprietario e la tipologia di apparecchio e sorgente. Nelle schede del censimento devono essere aggiunte, oltre alle descrizioni fisiche, anche le prestazioni iniziando con quelle qualitative, la temperatura di colore e l'indice di resa cromatica. Successivamente saranno indagate le prestazioni quantitative e lo stato di mantenimento di tutto l'impianto. Attraverso il P.R.I.C. si regolano anche gli impianti privati che non rispondono alle normative vigenti obbligando i proprietari ad adeguarsi alle disposizioni.

L'analisi dei consumi sarà effettuata confrontando le spese di un'intera annualità non solo per l'energia consumata ma anche per i costi di gestione dell'impianto. Nella fase progettuale si avranno più ipotesi di gestione degli impianti, che saranno confrontate rispetto ai consumi dell'impianto esistente.

La georeferenziazione può essere una tecnica innovativa che una volta introdotta potrebbe rendere più semplice e immediata la lettura, l'individuazione e la consultazione dei dati.

Le principali funzioni che l'illuminazione urbana deve svolgere sono di:

- sicurezza stradale e pedonale;
- fruibilità della città nelle ore notturne;
- valorizzazione dell'ambiente e riduzione dell'inquinamento luminoso;
- garanzia dei buoni livelli di risparmio energetico.

### Analisi dello stato di consistenza dell'impianto d'illuminazione

La sicurezza stradale [19] per ogni fruitore, automobilista, motociclista, ciclista e pedone, si ottiene illuminando uniformemente senza provocare fenomeni di abbagliamento. Un altro degli elementi che influisce sulla sensazione di sicurezza da parte dell'utente, da evidenziare assolutamente, è la riconoscibilità dell'ambiente per l'orientamento e la visione del volto per dissuadere gli atti criminosi. L'abbagliamento è un disturbo che rende difficoltoso il compito visivo, provocando affaticamento per l'osservatore e la momentanea perdita di visibilità. L'abbagliamento si può distinguere in discomfort glare e disability glare, ma è necessario considerare anche il veiling glare, l'effetto di un velo abbagliante che si può formare davanti l'occhio dell'osservatore. La normativa e le osservazioni CIE definiscono i criteri per evitare o limitare questo fenomeno. La luce artificiale inviata verso la volta celeste influenza negativamente la visione delle costellazioni, investe le finestre degli edifici e se non direzionata diviene molesta dando origine al fenomeno dell'inquinamento luminoso. Attualmente le leggi regionali prescrivono i metodi per limitare l'inquinamento luminoso, in fase di definizione e attuazione del PRIC dovranno essere definite chiaramente le caratteristiche da rispettare.

### Risparmio energetico

Si possono diminuire i consumi energetici, quindi la produzione di CO<sub>2</sub> degli impianti esistenti già con la sostituzione di apparecchi e sorgenti; per la progettazione di nuovi impianti invece si devono mettere in

campo tutte le conoscenze sviluppate nel corso degli anni. Ogni impianto, esistente o ex novo, deve essere pensato secondo le moderne possibilità: la gestione permette di introdurre impostazioni in grado di abbattere i consumi energetici anche con investimenti con breve payback period. Il controllo del flusso luminoso, sia attraverso sistemi di telegestione che per fasce orarie predefinite, ammesso dalle normative vigenti, autorizza, dove possibile, la diminuzione del flusso luminoso fino al 50% nelle ore di minor fruizione della strada, questo sistema applicato a tutto l'impianto comunale, ad esempio in parchi o aree industriali, mantenendo alto il livello di qualità del servizio, riducendo il consumo energetico quando non se ne ha bisogno.

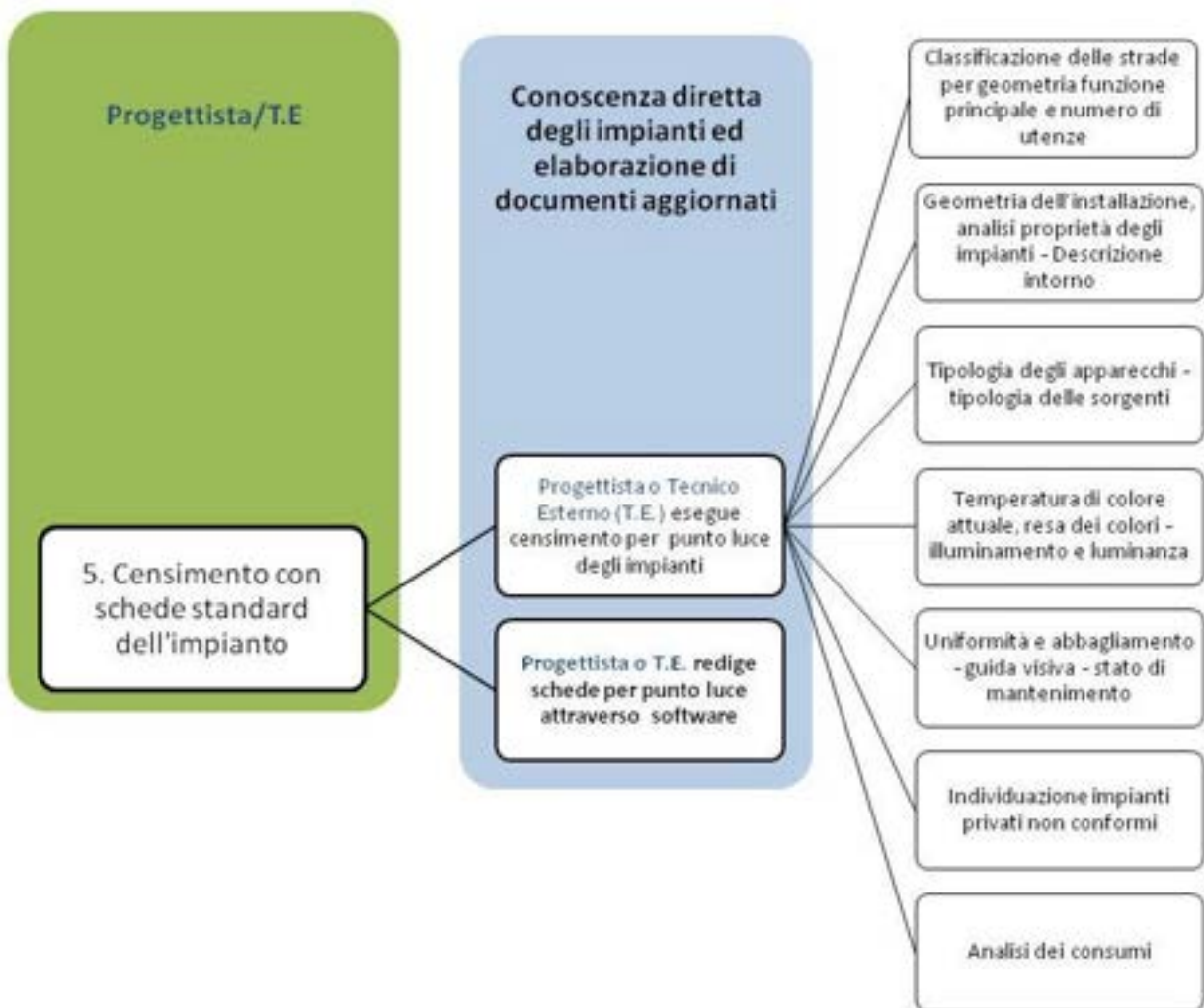


Figura 8. Articolazione della fase 5.

### Fase 6 – Divisione in sistemi omogenei, oggetti omogenei e singolarità

Nella sesta fase (Fig. 9) viene sviluppata da parte del Progettista/TE una suddivisione in aree omogenee, con l'obiettivo di organizzare gli impianti in funzione delle specifiche caratteristiche richieste. Per ottenere questo risultato, il progettista/TE deve individuare oggetti e aree omogenee e singolarità, elaborare Norme Tecniche Attuative per ogni categoria, organizzare gli impianti in sistemi omogenei e rappresentare il tutto attraverso tavole descrittive.

### Divisione del territorio in aree omogenee – Omogeneità e Singolarità

Ogni territorio ha caratteristiche proprie che devono essere valutate perché possa essere diviso ed organizzato agevolmente. Si consiglia la suddivisione in aree con caratteristiche degli impianti di illuminazione uguali. Le aree potranno contenere più impianti, ma uno stesso impianto non potrà essere presente in più di un'area. La suddivisione in sistemi o elementi omogenei sarà decisa per classi illuminotecniche, orari di accensione, forma degli apparecchi e funzioni svolte (ENEA Report RdS/2011/195, Report RdS/2010/239).

Es.: area omogenea - centro storico; sistema omogeneo - strada pedonale;  
area omogenea – area industriale; sistema omogeneo – strada extraurbana;

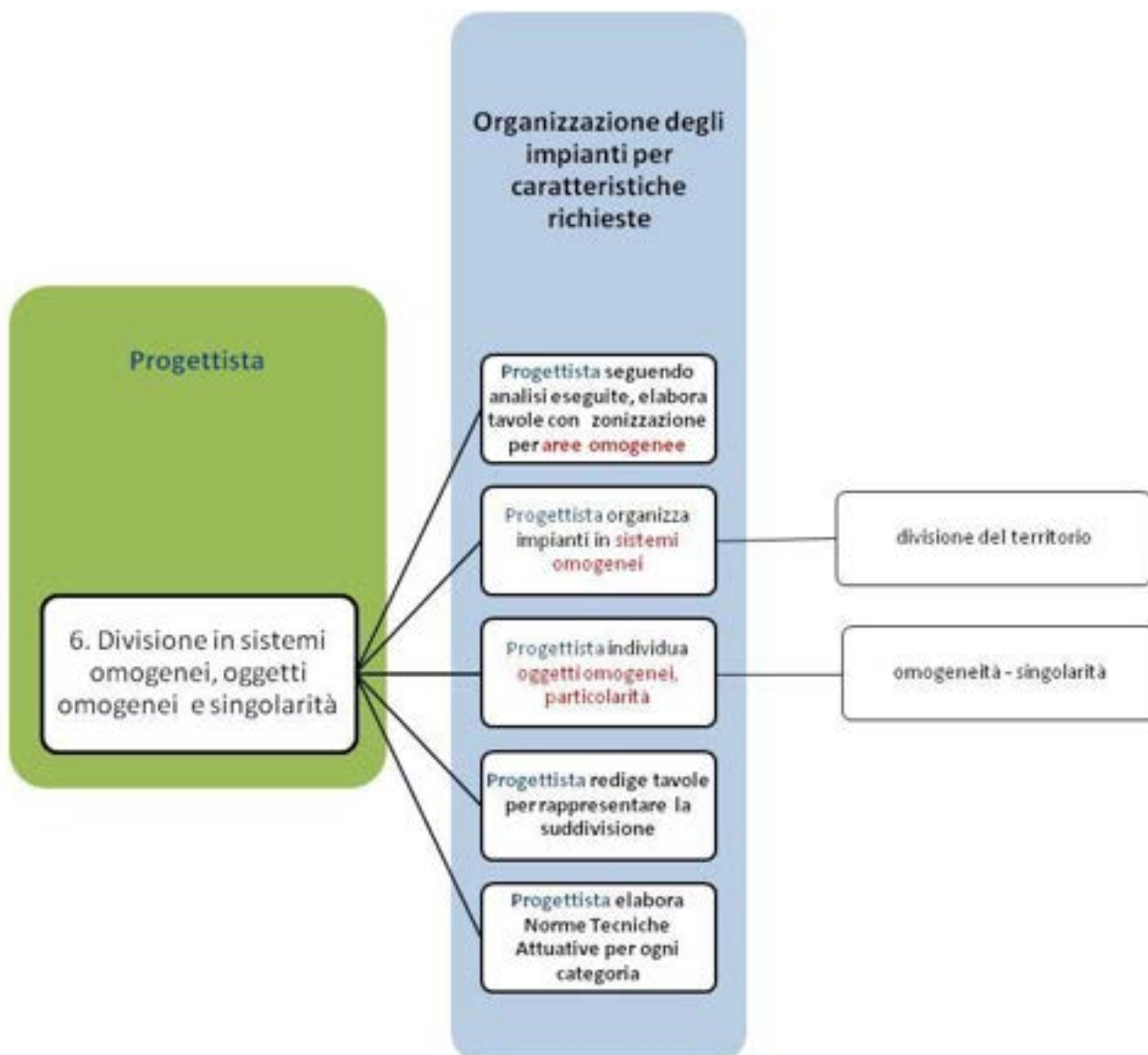


Figura 9. Articolazione della fase 6.

### Fase 7 – Classificazione illuminotecnica, definizione degli interventi

Nella settima fase (Fig. 10) viene sviluppata da parte del Progettista/TE una classificazione delle categorie illuminotecniche, con l’obiettivo di definire gli interventi da eseguire. Per ottenere questo risultato, il progettista/TE deve analizzare l’area di studio individuando le categorie illuminotecniche nel rispetto delle normative e sulla base delle caratteristiche dell’impianto esistente definire gli interventi da eseguire.

### Definizione degli scenari di illuminazione – Smart Lighting

È importante analizzare le attività svolte nelle aree omogenee, perché alcune categorie di funzioni hanno degli orari prestabiliti che possono essere di grande importanza nella definizione della gestione delle fasce orarie degli impianti di illuminazione. Dalla analisi del contorno si deduce dove è più importante attivare servizi tecnologici in ottica Smart City. Si dovranno indicare nelle informazioni che caratterizzano le aree omogenee le attività prevalentemente svolte e le fasce orarie di maggior utilizzo.

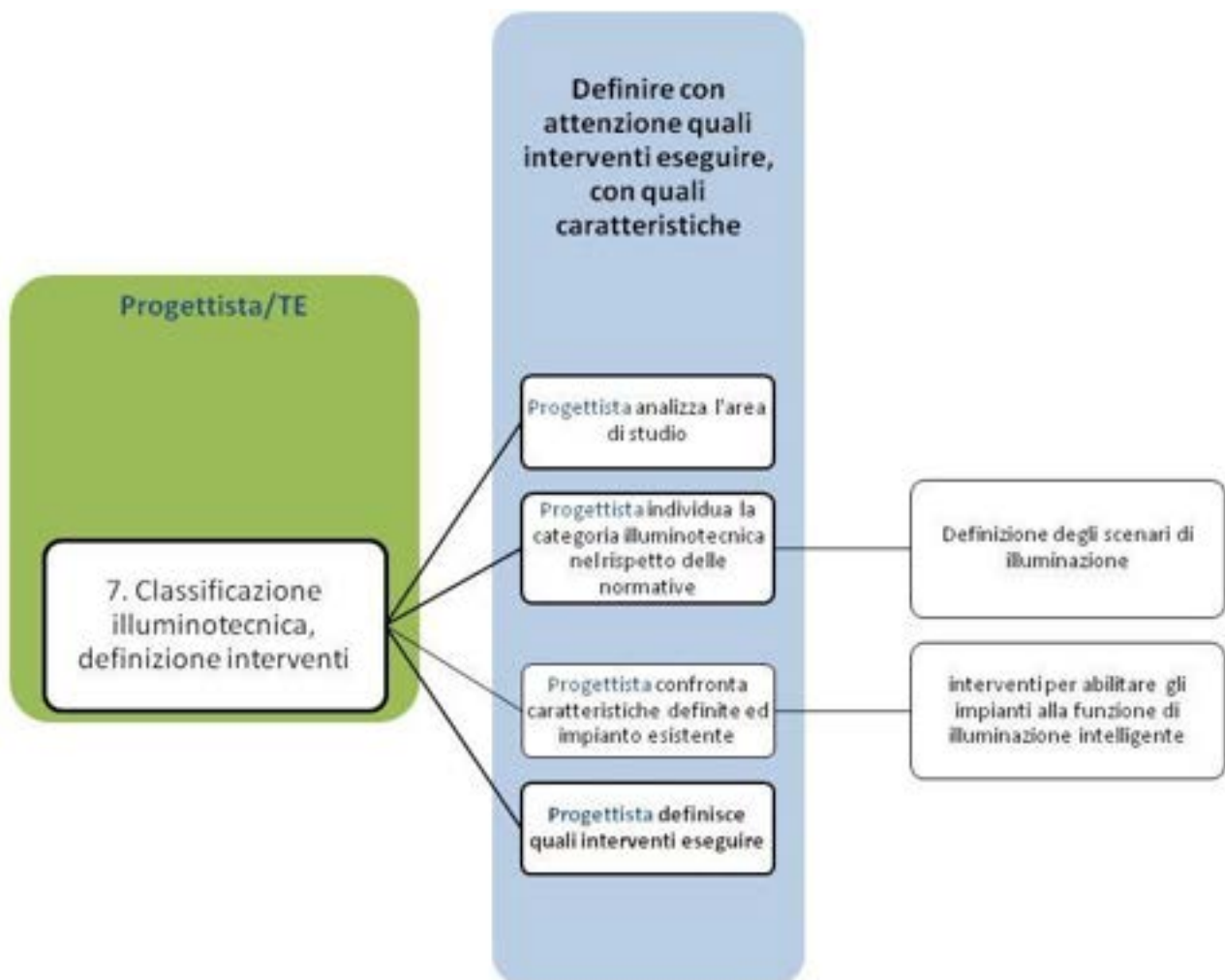


Figura 10. Articolazione della fase 7.

### Fase 8 – Organizzazione interventi per urgenza

Nella ottava fase (Fig. 11) viene sviluppata da parte del Progettista/TE un'analisi degli interventi per tipologia, entità ed urgenza, con l'obiettivo di organizzare gli interventi in modo che la loro esecuzione sia efficiente ed efficace. Per ottenere questo risultato, il progettista/TE deve definire la tipologia ed entità degli interventi, organizzandoli per urgenza, stilare un crono programma con flusso economico, e redigere elaborati descrittivi.

#### Tipologie interventi

La scelta degli interventi da eseguire deve essere effettuata sulla base di tutte le considerazioni originate dalla fase di analisi e la considerazione di abilitare gli impianti in ottica Smart Lighting. La cronologia dei lavori deve essere impostata secondo l'urgenza: è quindi indispensabile valutare, ove non fosse previsto in tempi brevi un intervento su tutto l'impianto, la sostituzione delle sorgenti o/e delle ottiche per avere con una spesa contenuta un miglioramento immediato in termini di prestazioni. Si dovranno inserire dei suggerimenti per la sostituzione dei corpi illuminanti lasciando comunque la dovuta libertà al progettista. Quando si pianifica un nuovo impianto le possibilità sono molto più ampie, potendo modificare le posizioni dei punti luce, decidere l'aspetto complessivo e progettando l'impianto con l'uso di tecnologie più moderne. Purtroppo aumentando le variabili sarà più difficile regolamentare la pianificazione, ma si devono comunque rispettare le caratteristiche definite in fase di analisi.

Quando il nuovo impianto si introduce in un ambito di nuova costruzione, il progettista sarà più libero, mentre per l'inserimento in aree già consolidate, si potranno impostare le caratteristiche che il nuovo impianto dovrà rispettare solo dopo uno studio approfondito.

#### Interventi urgenti – medio e lungo termine: gerarchie degli interventi

La pianificazione degli interventi deve confrontarsi con le possibilità economiche di investimento. L'entità degli interventi dipende dal confronto dell'impianto esistente con le caratteristiche richieste di qualità e di quantità luminosa. Nella scelta della cronologia degli interventi il parametro sarà l'urgenza ma questa stessa dovrà precisare quali sono le caratteristiche per definirla. L'entità degli interventi può essere la sostituzione delle armature, delle lampade e degli apparecchi (testa palo), di tutto il sostegno, la variazione della geometria con spostamento della posizione degli apparecchi, fino alla costruzione di un impianto nuovo. Sarà, comunque, possibile effettuare interventi diversi nello stesso impianto. Dal confronto tra capitale disponibile, scelte progettuali e stato di consistenza, il progettista dovrà definire il cronoprogramma degli interventi. Ogni situazione ha le proprie caratteristiche intrinseche, variabili troppo numerose perché si definisca la gerarchia delle scelte. Quando e quanto profondamente intervenire dovrà essere il progettista ad indicarlo, considerando che il contesto è comunque importante, e che lo stesso Comune può (ed in alcuni casi deve) avere voce in capitolo. La qualità dell'illuminazione di una piazza pedonale nel centro storico è da considerarsi importante quanto quella per strade di quartiere per garantire la sicurezza dei fruitori.

Le scelte tipologiche degli apparecchi illuminanti sono legate alla funzione che questo svolge, nella fase successiva all'analisi si delineano delle indicazioni che, seguendo la priorità degli scopi primari di un impianto, indirizzino la scelta verso soluzioni più appropriate. Se il sistema omogeneo è una strada extraurbana la prima caratteristica è il rispetto delle norme per la sicurezza stradale, mentre in parchi, centri storici o aree pedonali (dove comunque la sicurezza è fondamentale) è la qualità della luce emessa ad avere maggiore importanza relativa. Definendo delle gerarchie si lascia libertà di decisione al progettista e il piano rimane attuale nel tempo garantendo il rispetto delle impostazioni definite dallo strumento urbanistico.

#### Suddivisione interventi per urgenza

Gli interventi individuati devono essere organizzati per urgenza in poche categorie, con un cronoprogramma per interventi urgenti, a medio termine e a lungo termine. Oltre agli interventi veri e propri, alcune aree omogenee con impianti adeguati e in buono stato possono, con una spesa minima,

rimanere attivi attraverso una azione di retrofitting migliorandone le prestazioni economiche ed illuminotecniche. Per semplicità nel P.R.I.C. si inseriranno, quindi, le indicazioni per le sostituzioni da effettuare in queste aree.

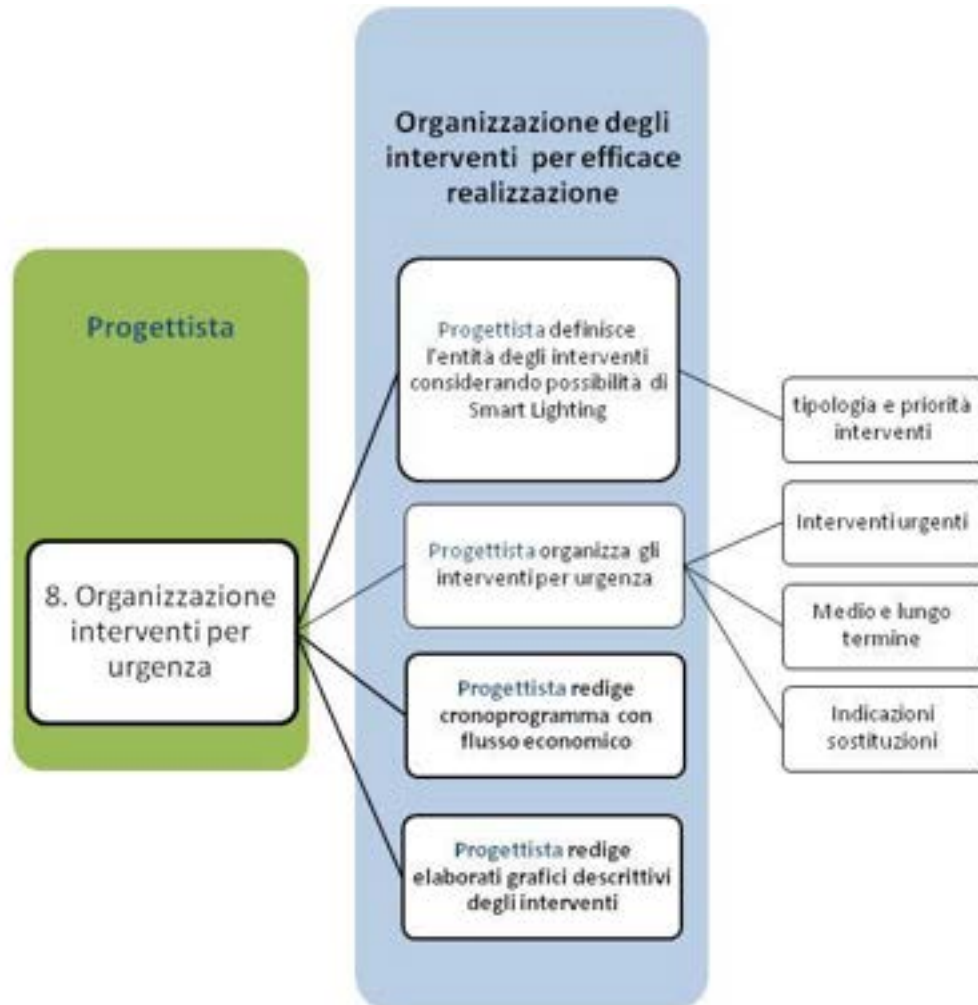


Figura 11. Articolazione della fase 8.

### Fase 9 – Controllo e modifica contratto fornitura elettrica

Nella nona fase (Fig. 12) viene sviluppata da parte del Progettista/TE un’analisi dei consumi elettrici e dei contratti con i fornitori, con l’obiettivo di stabilire un piano di controllo e monitoraggio continuo. Per ottenere questo risultato, il progettista/TE deve confrontare il consumo elettrico attuale con quello previsto, sulla base del contratto in essere e su eventuali altre possibilità contrattuali, proponendo eventualmente modifiche, e definendo scadenze per il controllo.

#### Contratto con il fornitore di energia elettrica

Il fornitore di energia stipulerà un contratto con l’amministrazione comunale in base ai consumi, ma se l’impianto sarà in grado di migliorare la propria efficienza attraverso una gestione parzializzata del flusso luminoso per fasce orarie, dovrà analizzare la possibilità di variare il contratto e, in base alla contrattazione con l’ente, si potrà variare la quantità di energia fornita, aumentando così il risparmio economico ed energetico per la pubblica amministrazione. I fornitori potranno proporre varie forme contrattuali anche a prezzo fisso bloccato per un periodo definito di anni. Considerando che il PRIC regola la gestione degli impianti anche nel futuro, sarà facile per l’amministrazione comunale stimare il consumo e prendere quindi in considerazione offerte e pacchetti agevolati. Sarà quindi utile prevedere delle scadenze predefinite per il controllo dei consumi elettrici e del contratto con il fornitore.

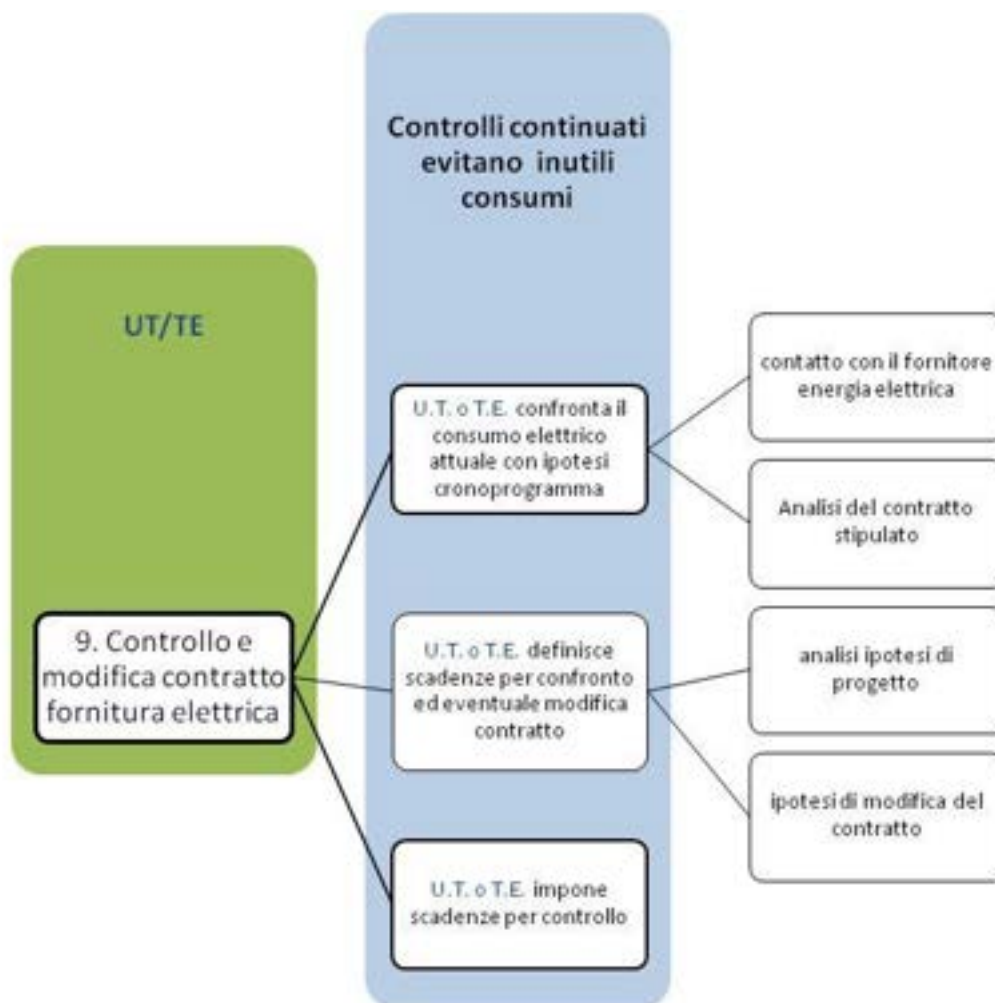


Figura 12. Articolazione della fase 9.

### *Fase 10 – Controllo del rispetto delle prescrizioni*

Nella decima fase (Fig. 13) viene sviluppato da parte del UT un controllo della rispondenza della documentazione alle richieste in fase di analisi e si impegna a far applicare le sanzioni amministrative, con l'obiettivo di assicurarsi che siano rispettate tutte le disposizioni. Per ottenere questo risultato, il progettista e l'UT devono controllare che ogni intervento sia stato eseguito secondo quanto concordato e definito.

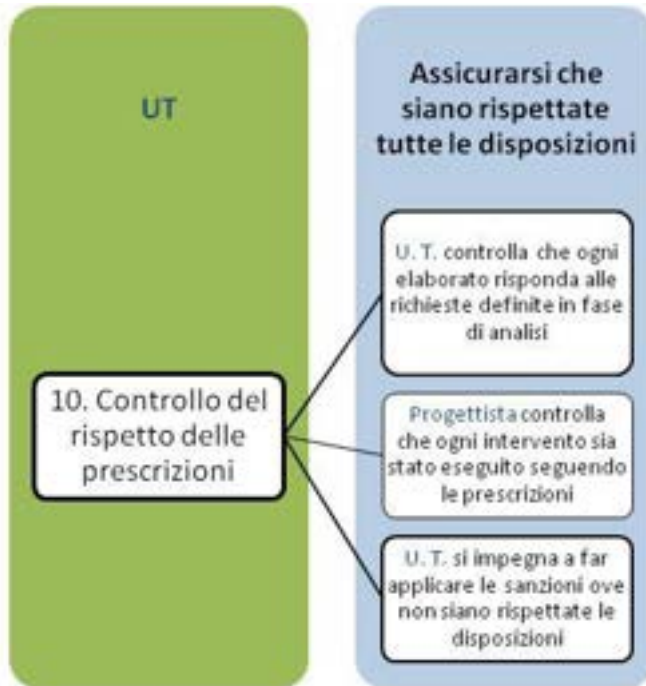


Figura 13. Articolazione della fase 10.

## Conclusioni

Il report presenta una descrizione sintetica e metodologica dei passi da eseguire, degli attori coinvolti, della documentazione necessaria, per la redazione, in ogni sua singola fase, di un PRIC, con l'obiettivo di rispondere alle molteplici richieste, manifestate in sede di sviluppo del progetto Lumiere da piccoli e medi comuni italiani, relative alle modalità della sua esecuzione.

L'approccio metodologico, pur facendo riferimento alle attuali linee guida, introduce nuovi elementi sia di natura operativa, quali i riferimenti agli utenti e le nuove tecnologie legate al concetto di Smart Cities, sia di organizzazione delle fasi della sua redazione basate su flow chart; in particolare per ognuna delle 10 fasi in cui è suddiviso il PRIC, sono presentate le attività da compiere, la sequenza, la documentazione da richiedere e da produrre, gli attori coinvolti nel processo, gli elaborati da produrre.

Il metodo, sviluppato durante il 2012, ha già ottenuto (prima ancora di essere ufficializzato) un buon riscontro e apprezzamento da parte delle PA: esso è stato già presentato infatti nelle sue diverse fasi di sviluppo nelle giornate di presentazione organizzate da ENEA, nell'ambito delle quali il confronto con Assessori Comunali e Responsabili di Uffici Tecnici ha portato a modifiche ed ulteriori semplificazioni nella definizione della procedura.

## Riferimenti bibliografici

1. F. Gugliermetti, F. Bisegna, L. Monti, "Illuminazione urbana e scenari di progettazione", ENEA Report RdS/2011/195
2. A.A. V.V. "Linee guida Soluzioni economico-finanziarie per la riqualificazione della illuminazione pubblica" ENEA
3. F. Bisegna, F. Gugliermetti, M. Barbalace, L. Monti, "Metodologie di progettazione e valutazione di sistemi di illuminazione pubblica" Report ENEA (2010), Report RdS/2010/239
4. UNI EN 13201 Illuminazione stradale (2004)
5. G. Forcolini, "Illuminazione di Esterni", Hoepli, Milano, (1993)
6. AIDI, "Guida per il piano regolatore comunale dell'illuminazione pubblica", AIDI, (1998)
7. UNI 10819 Illuminazione pubblica - Requisiti per la limitazione della dispersione del flusso luminoso diretto verso il cielo, (1999)
8. [www.uai.it](http://www.uai.it)
9. [www.cielobuio.it](http://www.cielobuio.it)
10. C. Rosi, "Processi realizzativi dell'architettura", Kappa, (2010)
11. [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)
12. [www.smart-cities.eu](http://www.smart-cities.eu)
13. [www.progettolumiere.enea.it](http://www.progettolumiere.enea.it)
14. F. Bucci "Analisi tecnico-economica di un modello d'illuminazione pubblica innovativa basato su tecnologie abilitanti per la Smart City" tesi di laurea (2010)
15. P.R.I.C. Comune di Lodi
16. P.R.I.C. Comune di Marcallo
17. P.R.I.C. Comune di Venezia
18. [www.arredoecitta.it](http://www.arredoecitta.it)
19. M. Bonomo, "Guida alla progettazione dell'illuminazione stradale e urbana" Mancosu (2006)

**Curriculum scientifico del gruppo di lavoro impegnato nell'attività:**

*Dr. L. Cellucci:* Architetto con laurea U.E. conseguita presso l'Università "Sapienza" di Roma con una tesi, in co-tutoraggio con ENEA, dal titolo "Dall'illuminazione urbana alla Smart City: un progetto pilota". Dal marzo 2012 collaboratrice con Università di Roma "Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Astronautica Elettrica ed Energetica, Area di Fisica Tecnica, per lo studio della progettazione dell'illuminazione urbana. Relatore nelle conferenze relative al Progetto Lumiere di ENEA "Metodologia semplificata di redazione del Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale", docenza per Regione Liguria "Misurare e monitorare le emissioni di CO<sub>2</sub> a livello locale e territoriale". Ha frequentato uno stage di progettazione d'illuminazione urbana e Smart Lighting presso Schreder SPA.

*Dr. L. Monti:* Architetto con Phd in "Energetica", attualmente assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica dell'Università di Roma "Sapienza" con argomento della ricerca dal titolo: "Sviluppo di una metodologia progettuale per un'illuminazione pubblica sostenibile orientata alle smart cities". Assistente alla docenza presso la Facoltà di Architettura dell'Università di Roma "Sapienza" dei corsi di "Illuminotecnica e Progettazione del colore" e "Fisica Tecnica". Autrice di una decina di lavori pubblicati su riviste e congressi nazionali e internazionali.

*Prof. F. Gugliermetti:* Professore Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale presso SAPIENZA Università di Roma, Facoltà di Ingegneria, ha pubblicato più di duecento lavori scientifici in diversi settori di ricerca tipici della Fisica Tecnica (scambio termico, termotecnica, simulazione numerica della termofisica degli edifici, illuminazione naturale e artificiale, acustica, sostenibilità ambientale). Ha sviluppato buona parte della sua ricerca di base e applicata all'interno di gruppi di lavoro e organizzazioni nazionali e internazionali di cui è stato responsabile scientifico.

*Prof. F. Bisegna:* Ingegnere con PhD in "Fisica Tecnica", Ricercatore presso il Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica dell'Università di Roma "Sapienza". Docente presso la Facoltà di Architettura di "Sapienza" Università di Roma dei corsi di "Illuminotecnica e Progettazione del colore" e "Fisica Tecnica", è autore di circa 100 lavori pubblicati su riviste e congressi nazionali e internazionali. È referente per importanti congressi e riviste scientifiche internazionali, partecipa attivamente a gruppi di ricerca nazionali e internazionali. Attualmente, si occupa degli aspetti energetici e visivi connessi con la luce naturale e artificiale, sia in ambiente aperto che in ambiente confinato, e alla loro integrazione, con particolare riferimento al potenziale impiego di materiali trasparenti innovativi e di soluzioni tecnologiche avanzate di illuminazione artificiale (Led, Oled, PSALI, etc.).