

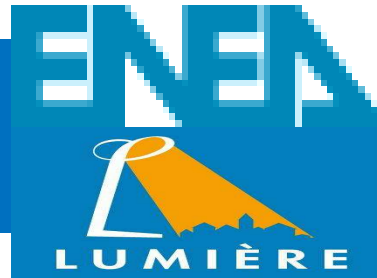


Progetto Lumière

Efficienza energetica nell'Illuminazione Pubblica

Audit energetico: Modello Lumière

Ing. Franco Curti



L'**Audit energetico** consiste nell'**analisi dello stato di fatto** di un impianto d'illuminazione pubblica , finalizzata a:

- **razionalizzare** le linee, i quadri elettrici ed il posizionamento dei punti luce
- **individuare interventi di risparmio energetico** attuabili, sulla base di:
 - analisi delle **tecnologie** efficienti più adatte alla tipologia dell'impianto;
 - stima dei **costi**
 - stima dei **risparmi** conseguibili
- elaborare un'ipotesi di **progetto di riqualificazione energetica** e le relative linee guida per la realizzazione (Offerta d'Intervento).



Ai fini dell’Audit energetico, quando si parla di **impianto**, si fa riferimento all’insieme di tutti i dispositivi atti ad illuminare le aree scoperte alimentate da **un unico punto di prelievo**.

Sono considerati parti di un unico impianto tutti i **punti luce** collegati, mediante **linee di alimentazione**, ad un **quadro elettrico principale** che a sua volta è collegato direttamente con il contatore di energia elettrica del distributore locale. Analogamente sono considerati parti dello stesso impianto eventuali **quadri elettrici secondari**, cioè distribuiti lungo le linee di alimentazione con lo scopo di sezionare parti di impianto.

Le 3 fasi dell'Audit energetico



Il format di **Audit energetico** proposto nell'ambito del **Progetto Lumière** si sviluppa in 3 fasi:

- A. Raccolta dati di ingresso
- B. Elaborazione del Referto impianto
- C. Elaborazione dati di uscita (ipotesi/offerta di riqualificazione)

Il **Referto impianto**, in particolare, si pone quale **nuovo prodotto** dotato di un suo costo e **acquistabile** dal Comune indipendentemente dalla sua volontà temporale di realizzare la riqualificazione del proprio impianto e consiste in un documento contenente la descrizione e schematizzazione dei dati raccolti ai fini della **programmazione dell'intervento** di riqualificazione energetica.

Fase A: Raccolta dati di ingresso



La **Raccolta dati di ingresso** si sviluppa in due momenti:

1. verifica ed analisi dei **dati già a disposizione dell'Amministrazione**:
 - **generalità** del Comune
 - **dati relativi ad ogni zona omogenea** ed al relativo impianto
 - dati riferiti alle **forniture di energia elettrica**
 - storico delle **manutenzioni**
 - **planimetrie** degli impianti
 - **PRIC**
2. raccolta dei **dati rilevabili direttamente sul campo**:
 - **dati tecnici** generali dell'impianto
 - **misure** di grandezze elettriche (tensioni, correnti, energia, ecc.)
 - **ispezione** di parti di impianto (quadri elettrici, sorgenti luminose, corpi illuminanti, sostegni, linee di alimentazione, sistemi di risparmio energetico, sistemi di telecontrollo per gestione da remoto, ecc.)

Raccolta dati di ingresso: dati generali dall'Amministrazione



Denominazione Comune	
Provincia	
Regione	
Abitanti in data _____	
Superficie [km²]	
Responsabile tecnico	
Riferimenti telefonici	

Generalità del Comune

Dati relativi ad ogni zona omogenea ed al relativo impianto

Dati generali	
Nome	
Descrizione	
Tipo di strada	
Categoria illuminotecnica (UNI EN 11248)	
Analisi dei parametri di influenza	
Flusso di traffico	
Complessità del campo visivo	
Colore della luce	
Zona di conflitto	
Dispositivi rallentatori	
Indice di rischio di aggressione	
Pendenza media	
Indice di livello luminoso dell'ambiente	
Pedoni	
Altre informazioni	
Destinazione secondaria della zona in particolari periodi dell'anno (es. manifestazioni estive, decorazioni natalizie, ...)	
Monumenti, strutture e facciate da illuminare	
Variazioni di utilizzo durante le ore notturne (riduzione traffico veicolare, chiusura negozi, apertura locali, chiusura strade, ...)	
Altre indicazioni legate all'illuminazione in senso lato (es. illuminazione per pannelli con indicazioni di vario tipo, passaggi pedonali, pensiline, ...)	

Raccolta dati di ingresso: dati gestionali dall'Amministrazione



Consumi di energia		
		note
Costo annuale energia per illuminazione pubblica [€/anno] (IVA esclusa)		
Anno di riferimento		
Numero di punti di consegna energia elettrica		
Tipologia di contratto	Maggior tutela	
	Salvaguardia	
	Mercato libero	
Fornitore di energia elettrica		
Consumo annuale [kWh/anno]		
Potenza lampade installate [kW]		
Potenza contrattualmente impegnata [kW]		

Dati relativi alla fornitura di energia elettrica



Dati relativi alle manutenzioni



Manutenzione				
Costo annuale manutenzione				€/anno (IVA esclusa)
Anno di riferimento				
Manutenzione ed esercizio con personale interno	Sì	NO		€/anno (IVA esclusa)
Manutenzione ed esercizio con Ditta esterna	Sì	NO		€/anno (IVA esclusa)
Reperibilità e pronto intervento	Sì	NO		€/anno (IVA esclusa)
Manutenzione straordinaria	Sì	NO		€/anno (IVA esclusa)
L'approvvigionamento materiali è gestito all'interno?	Sì	NO		€/anno (IVA esclusa)
Numero elettricisti				
Numero cestelli				
Numero autogru				

Raccolta dati di ingresso: dati tecnici e misure sul campo



Dati tecnici generali impianto	
Caratteristiche geometriche (es. distanza tra i pali)	Distanza tra i pali
	Larghezza carreggiata
	Numero di corsie di marcia
	Strada a senso unico
Numero di quadri elettrici	

Dati tecnici generali dell'impianto

Misure di grandezze elettriche

Misure in ingresso/uscita	
Tensioni di fase	
Correnti di fase	
Potenza attiva	
Tensioni di fase in regime di riduzione (se applicabile)	
Potenza assorbita in regime di riduzione del flusso luminoso (se applicabile)	
Potenza reattiva	
Cosφ (riferimento min 0,9)	
Misura di isolamento circuiti in uscita (rif min 0,25 Mohm)	
Caduta di tensione (riferimento max 5% CEI 64.8/7)	

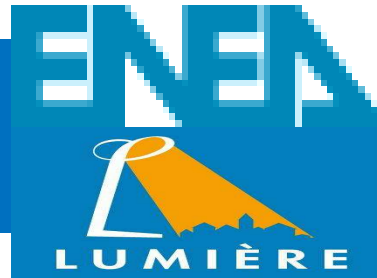
Raccolta dati di ingresso: quadri elettrici



Anagrafica quadro elettrico		Dati tecnici quadro elettrico				
Numero progressivo		Tensione di alimentazione				
Punto di fornitura di energia elettrica (POD)		Numero fasi				
Indirizzo		Numero circuiti in uscita				
Tariffa in atto (sul contatore)		Numero sottoquadri				
Foto QE		Grado di protezione meccanica QE (minimo IP54)				
		Tipo di protezione generale (magnetotermico, magnetotermico differenziale)				
		Tipo di accensione (barrare tutte le tipologie utilizzate)	Crepuscolare			
			Orologio			
			Orologio astronomico			
			Telecontrollo o telegestione			
			Manuale			
		Parzializzazione accensione (tutta notte – mezza notte)	SI	NO		
		Presenza di regolatore di flusso	In funzione	SI	NO	
			In bypass	SI	NO	
Fuori servizio	SI		NO			
Potenza contrattuale		Orari di funzionamento a regime ridotto (se applicabile)				
Consumo consuntivo energia		Ore di funzionamento	[ore/anno] (nel caso sia presente un orologio astronomico possono essere valutate le ore annuali)			
Anagrafica		Presenza di telecontrollo	Centralizzato	SI	NO	
			Punto-punto	SI	NO	
		Stato QE (indicare con una croce)	In buono stato			
			Da sostituire			
			Da mettere a norma			
Tipo linea in uscita dal QE (indicare con una croce)	Aerea					
	Sotterranea					
	Mista					
		Presenza di conduttore di Neutro in comune con impianti Enel:	SI	NO		

← Dati tecnici

Raccolta dati di ingresso: sorgenti luminose



Numero punti luce		
	Numero	Note
Proprietà comunale		
Proprietà Enel		
Altro		
TOTALE		

Numero punti luce

Tipo di lampada	Potenza nominale [W]	numero	Alimentatore (fm, el, eld)*	Perdite alimentatore
Vapori di mercurio	50			
	80			
	125			
	250			
	400			
	1000			
	altro			
Incandescenza	40			
	60			
	100			
	200			
	250			
	300			
	altro			
Luce miscelata	160			
	250			
	altro			
Fluorescente compatta	18			
	25			
Tubolare fluorescente	altro			
	20			
Sodio alta pressione	40			
	58			
	altro			
	70			
	100			
Sodio bassa pressione	150			
	250			
	400			
	altro			
	90			
Ioduri metallici	135			
	altro			
	35			
	70			
	100			
	150			
Alogena	250			
	400			
	2000			
	altro			
LED	500			
	1000			
	1500			
	2000			
ALTRO	altro			
TOTALE				

Tipologie di lampade

Raccolta dati di ingresso: corpi illuminanti, sostegni e linee



Tipologia corpi illuminanti (allegare foto di ciascuna tipologia)				
	numero	stato di conservazione	età	note
Stradali con ottica aperta				
Stradali con ottica chiusa				
"Gonnelle" a sospensione				
Globi				
Lanterne arredo urbano				
Proiettori				
Altro				

Tipologia sostegni					
	altezza			TOTALE	note
	fino a 8 m	da 8 a 13 m	oltre		
Pali					
Mensole a parete					
Funi d'acciaio/Tesate					
Torri faro					
Altro					
TOTALE					

Materiale sostegni				
	numero	finitura (zincato, verniciato...)	stato di conservazione	note
Acciaio (*)				
Alluminio (**)				
Cemento				
Ghisa				
Legno (***)				
Altro				

(*) specificare AISI, Fe...
 (**) tipo di lega
 (***) se possibile indicare il tipo

Tipologie corpi illuminanti



Tipologie e materiali sostegni



Tipologie linee di alimentazione



Tipologia linee di alimentazione			
	numero	lunghezza (m)	note
Cavo interrato			
Cavo aereo			
Aeree in rame nudo			

Raccolta dati di ingresso: sistemi di risparmio e telecontrollo



Sistemi di risparmio energetico				
			numero	note
Funzionamento tutta notte/mezza notte	SI	NO		
Attenuazione notturna (regolazione del flusso luminoso)	SI	NO		
Riduttore centralizzato su quadro elettrico	SI	NO		
Riduzione punto-punto con reattore dimmerabile	SI	NO		
Riduzione punto-punto con reattore biregime	SI	NO		
Altri sistemi:	SI	NO		
I dispositivi sono in funzione?	SI	NO		
	Ore di riduzione giornaliera media			
	Percentuale di riduzione potenza su potenza totale installata			
	Percentuale riduzione tensione di alimentazione su tensione nominale			

Sistemi di risparmio energetico



Sistemi di telecontrollo



Sistemi di telecontrollo				
			numero	note
Dispositivo installato su quadro elettrico	SI	NO		
Dispositivo installato su punto luce	SI	NO		
I dispositivi sono in funzione?	SI	NO		
La regolazione del flusso luminoso è telecontrollata?	SI	NO		

Fase B: Referto impianto



Tutti i **dati** raccolti durante l’Audit energetico, riferiti agli impianti di illuminazione pubblica di cui è richiesta l’analisi energetica, saranno **aggregati per quadro elettrico principale di alimentazione**: per ogni quadro elettrico quindi, sarà compilata una scheda riportante inoltre:

- energia consumata/anno;
- ore di funzionamento/anno;
- potenza totale installata comprensiva di alimentatori;
- potenza totale installata solo sorgenti;
- potenza ridotta impianto (se regolato);
- ore equivalenti di funzionamento dell’impianto a potenza nominale;
- ore equivalenti di funzionamento dell’impianto a potenza ridotta.

Fase C: Elaborazione dati di uscita



L'elaborazione dei dati di uscita parte dall'analisi dei dati d'ingresso per effettuare una valutazione di massima sull'**efficienza energetica conseguibile** mediante interventi di riqualificazione energetica.

Per ogni tipologia di intervento verrà redatta una descrizione tecnica in merito a:

- **costi di realizzazione** stimati;
- **risparmio energetico** conseguibile;
- **tempo di rientro dell'investimento.**

Nel Report sono, inoltre, riportate le valutazioni relative all'impianto considerato ed eventuali **raccomandazioni** in merito ai controlli da effettuare e/o **buone pratiche di gestione** che ne consentano da subito un incremento dell'efficienza energetica.

Elaborazione dati di uscita: analisi di prefattibilità



Valutazione complessiva dello stato dell'impianto:

.....

.....

.....

.....

.....

Tipologia intervento	Descrizione intervento
Intervento 1
	Note all'intervento:
Intervento 2
	Note all'intervento:
Intervento 3
	Note all'intervento:
Intervento N
	Note all'intervento:

Stima del risparmio energetico complessivo [kWh/anno]	
Stima del corrispondente risparmio economico (1) [€/anno]	
Stima del risparmio economico sulla manutenzione (2) [€/anno]	
Flussi di cassa annui generati dall'investimento (FC=1+2) [€/anno]	
Stima costi di realizzazione complessivi (I ₀) [€]	
Stima Tempo di Ritorno in forma attualizzata degli interventi proposti * [anni]	

Tempo di Ritorno Attualizzato = $T.R.A. = \log_{(i+1)} \frac{FC}{FC - I_0 * i}$

Dove

- i: interesse di calcolo reale.

$$i = r - f - f'$$

Dove:

- r: tasso di interesse. Usualmente è utilizzato il tasso che rappresenta il costo medio ponderato del capitale o Weighted Average Cost of Capital (WACC). Il tasso d'interesse al quale si attualizzano i flussi finanziari (in entrata ed in uscita) è denominato costo opportunità del capitale perché rappresenta un'alternativa alla quale si rinuncia per intraprendere il particolare progetto d'investimento analizzato;
- f: inflazione ISTAT;
- f': deriva dell'inflazione.

Per dare un'idea dei valori percentuali che vengono utilizzati in questi anni:

- r = + 5-8%;
- f = + 1-3%;
- f' = + 1-2% (per il mercato dell'energia).

N.B. Questa formula per calcolare il T.R.A. ipotizza i flussi di cassa costanti nei vari anni e solo soggetti al fenomeno dell'inflazione.

Note e raccomandazioni generali:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Il modello di **Audit energetico** proposto nell'ambito del **Progetto Lumière**:

- consentirà una corretta **valutazione dello stato di fatto** degli impianti d'illuminazione pubblica, indispensabile ai fini della **progettazione di interventi di riqualificazione energetica**
- fornirà, mediante il **Referto impianto**, un documento contenente la descrizione e schematizzazione dei dati raccolti ai fini agevolare la **programmazione degli interventi di riqualificazione**
- potrà agevolare l'Amministrazione Comunale nella **redazione del PRIC**.