

Scheda tecnica n. 46E – Pubblica illuminazione a led in zone pedonali: sistemi basati su tecnologia a led in luogo di sistemi preesistenti con lampade a vapori di mercurio

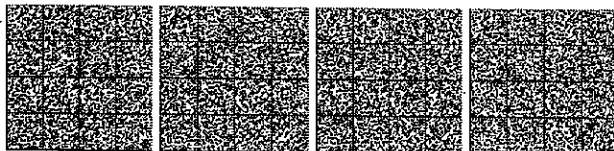
1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento ¹ :	IPUB-RET) applicazione di dispositivi per l'efficientamento di impianti esistenti (retrofit) IPUB-NEW) illuminazione pubblica: nuovi impianti efficienti o rifacimento completa degli esistenti
Vita Utile ² :	U = 5 anni
Vita Tecnica ² :	T = 10 anni per IPUB-RET T = 15 anni per IPUB-NEW
Settore di intervento:	Terziario
Tipo di utilizzo:	Riduzione dei consumi di energia elettrica nella pubblica illuminazione
Condizioni di applicabilità della procedura	
<p>La presente scheda si applica all'installazione di sistemi illuminanti basati su tecnologia led montati su pali o supporti simili, al fine di ottenere un'illuminazione omogenea e a basso contrasto di aree aperte al pubblico non destinate al traffico veicolare.</p> <p>La procedura si applica unicamente all'installazione di sistemi illuminanti a led in sostituzione di sistemi esistenti con lampade a vapori di mercurio, sia nel caso di riprogettazione dell'impianto con installazione di nuovi pali, sia mediante l'installazione dei sistemi a led su pali esistenti. Ciascun sistema a led (lampada, ottica e ausiliari) deve avere efficienza luminosa non inferiore a 68 lm/W.</p> <p>La procedura si applica alle aree pedonali, isole pedonali, piazze interdette alla circolazione dei veicoli. Non si applica ad impianti al di fuori della pubblica illuminazione, sebbene aperti al pubblico. Non si applica in ogni caso a installazioni sportive, parcheggi, aree portuali e aeroportuali destinate al carico/scarico merci. Non si applica sistemi del tipo fari, torri a faro e a sistemi di illuminazione dal basso.</p>	

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione ³	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) ²	Sistema illuminante a led
<p>Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria (10⁻³ tep/anno/sistema) conseguibile per singola unità fisica di riferimento; si ricava dalla tabella sottostante in funzione della potenza dell'installando sistema illuminante a led P (W) e della presenza o meno del regolatore di flusso nella situazione pre-intervento</p> <p>Risparmio lordo (RL) di energia primaria</p> $RL = \sum_{j=1}^{6} RSL_j \cdot N_j \quad (\text{tep/anno})$ <p>dove: N_j = numero di sistemi illuminanti a led installati nella classe di potenza j; RSL_j = risparmio specifico lordo per la classe di potenza j;</p>	



Caso 1: installazione in luogo di impianti non dotati di regolatore di flusso luminoso		
j	P_j (W)	RSL_j (10^{-3} tep/anno/sistema)
1	<30	13,0
2	40	25,3
3	60	36,7
4	80	47,5
5	100	57,5
6	>100	66,7

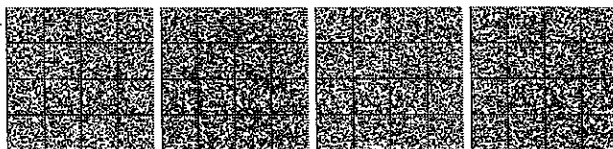
Caso 2: installazione in luogo di impianti dotati di regolatore di flusso luminoso		
j	P_j (W)	RSL_j (10^{-3} tep/anno/sistema)
1	<30	10,4
2	40	20,2
3	60	29,4
4	80	38,0
5	100	46,0
6	>100	53,3

Per valori di potenza intermedi tra quelli proposti, si procede in entrambi i casi per interpolazione lineare.

Coefficiente di addizionalità ² :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità per applicazioni nel settore IPUB-RET ²	$\tau = 1,87$
Coefficiente di durabilità per applicazioni nel settore IPUB-NEW ²	$\tau = 2,65$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep/a] ² :	
Risparmio netto contestuale (RNc)	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
Risparmio netto anticipato (RNa)	$RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$
Risparmio netto integrale (RNI)	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot RNc$
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento ⁴ :	Tipo I

2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

- Disposto articolo 6, decreti ministeriali 20/07/04 e s.m.i.
- UNI 11356:2010 Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED
- UNI EN 13032-1:2012 Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- UNI 11248:2007 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 13201-2:2004 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3:2004 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4:2004 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche



3. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE DA CONSERVARE⁵

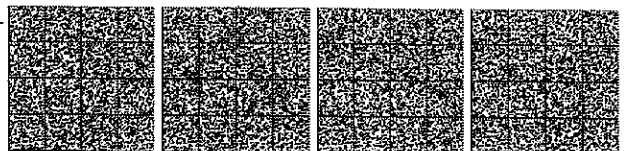
- Nome, indirizzo e numero telefonico di ogni soggetto/ente titolare del sito per cui la scheda si applica.
- Fatture di acquisto con specifica dei componenti.
- Documentazione relativa al preesistente sistema di illuminazione: numero, disposizione e tipologia dei corpi illuminanti, fotografie dell'impianto preesistente. Nel solo caso in cui alla data di pubblicazione della scheda il nuovo impianto sia già stato realizzato, e si ricada nelle possibilità di poter richiedere titoli di efficienza energetica ai sensi della disciplina in vigore nella stessa data, in mancanza della documentazione sul preesistente impianto potrà essere redatta dal detentore o dal gestore dell'impianto un'autocertificazione contenente almeno la tipologia dei corpi illuminanti e il numero degli stessi.

4. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE DA TRASMETTERE⁶

Planimetria e caratteristiche degli apparecchi illuminanti impiegati (scheda tecnica con indicazione di marca, modello, potenza).

Note

1. Tra quelle elencate nella Tabella 2 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
2. Di cui all'articolo 1, comma 1, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
3. Di cui all'articolo 3 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
4. Di cui all'articolo 17 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
5. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 14 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
6. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 13 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.



Allegato alla scheda tecnica n. 46E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

Premessa

Il consumo di energia elettrica per pubblica illuminazione (p.i.) nell'anno 2010 è stato pari a 6,4 TWh, poco più del 2% sui consumi finali di energia elettrica. Il costo della p.i. si può stimare fra il 15% ed il 25% del totale delle spese energetiche di un ente locale e si può avvicinare al 50% di quelle elettriche.

Le riduzioni dei consumi di energia elettrica ottenibili mediante interventi di razionalizzazione energetica nel settore della pubblica illuminazione possono derivare da una serie di elementi, spesso in combinazione tra loro, quali maggiore efficienza delle sorgenti (LED nel caso specifico), maggiore efficienza del corpo illuminante (ottiche, riflettori e altro), migliore progettazione illuminotecnica dell'impianto nel suo complesso. Tali riduzioni possono talvolta essere consistenti e vanno pertanto perseguite e, nel caso ciò non avvenga naturalmente, adeguatamente incentivate.

Il meccanismo dei certificati bianchi presenta già alcune schede semplificate dedicate alla p.i. La presente proposta di scheda va parzialmente a coprire le zone non destinate al traffico motorizzato, nell'ottica di spingersi verso un completamento del quadro di supporto alla p.i.

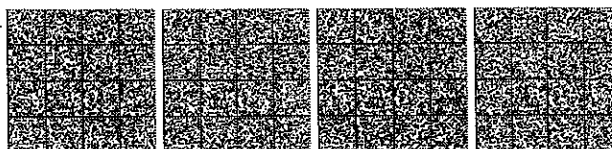
In particolare la scheda si rivolge, adottando una metodologia semplificata, alla sostituzione di corpi illuminanti con lampade a vapori di mercurio con sistemi a led. Riguardo gli impianti basati su altre tecnologie, in particolare quelli con lampade a vapori di sodio, si rimanda a successivi approfondimenti ed eventualmente schede.

Parte delle considerazioni di seguito sviluppate sono basate sui risultati della sezione D del rapporto "Metodologie per la definizione di risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate" elaborato da FIRE-ENEA all'interno della Ricerca di sistema elettrico nell'anno 2010.

Potenziale di sviluppo e barriere alla diffusione

Il potenziale di sviluppo della tecnologia led nell'illuminazione in generale è senz'altro notevole, come peraltro evidenziato nel recente rapporto della società Frost & Sullivan "World LED Lighting Market"; nel lavoro si rileva che il mercato globale dei led per illuminazione ha prodotto entrate per circa 343 milioni di euro nel 2010 e stima che questa cifra supererà i 1.300 milioni di euro nel 2017. Le potenzialità della tecnologia a led nel settore illuminazione appaiono notevoli: dai dati disponibili da letteratura a metà 2010 e da indagini condotte nello stesso anno (vedi rapporto seguente) si riteneva ragionevole stimare per i dispositivi a led una presenza che poteva raggiungere al massimo l'1% sul totale installato.

Il numero di punti luce con lampade a vapori di mercurio, secondo una stima dell'anno 2005 (P. Van Tichelen et. al., 2007: *Final Report, Public street lighting*, DGTREN), ammontava a 5.760.000 su un totale di 9 milioni di punti luce; le lampade a vapori di sodio risultavano 2.520.000. Il resto era composto per lo più da lampade ad alogenuri metallici, sodio a bassa pressione e fluorescenti lineari. Considerando un tasso di sostituzione delle lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio del 3%, si giunge per l'anno 2012 alla seguente ripartizione indicativa: 55% lampade a vapori di mercurio, 37% lampade a vapori di sodio ad alta pressione, 8% altro. Sebbene la scheda sia rivolta alle sole aree pedonali, con i vincoli riportati nelle "condizioni di applicabilità della procedura" e tenuto conto che la tecnologia a vapori di mercurio, sebbene non rappresenti più la tecnologia di riferimento sul mercato, continua ad essere largamente presente nel campo della p.i., si ravvisano interessanti opportunità di azione in particolare per gli enti locali, eventualmente in un contesto di efficientamento più ampio dell'impiantistica delle proprietà dell'ente stesso.



Tra le barriere si rilevano principalmente il costo d'acquisto e la complessità nel campo della p.i. di adattare soluzioni a led ad armature esistenti (i.e. semplice retrofit), con la necessità di sostituire l'intero corpo illuminante o, talvolta, di implementare una nuova palificazione.

Tra le barriere non economiche si ravvisa la scarsa conoscenza della tecnologia, alimentata da dubbi risultati ottenuti relativi a prodotti di scarsa qualità dal punto di vista illuminotecnico o implementazioni su reti di p.i. esistenti non svolte a regola d'arte.

Dal punto di vista della conoscenza si rileva tuttavia che l'illuminazione a led sta conquistando notevole spazio nella stampa specialistica, e un certo interesse da parte delle associazioni di categoria; si segnalano tra l'altro gli apporti scientifici della Ricerca di sistema elettrico (a cura di vari soggetti tra cui RSE, ENEA, FIRE, Università).

La tecnologia

Sebbene la nascita del primo led risalga al 1920, in Russia, l'innovazione che ha permesso ai led di essere oggi impiegati nell'illuminotecnica è dovuta ai lavori di S.Nakamura, negli anni novanta, che riuscì ad ottenere la tonalità bianca con l'utilizzo del nitrato di gallio e della tecnologia dei fosfori per il rivestimento del chip. L'evoluzione tecnologica a fini illuminotecnici può collocarsi invece principalmente negli ultimi anni.

I led consentono risparmi, a parità d'uso finale, fino all'80% di energia elettrica rispetto a una lampada a incandescenza, hanno una durata di vita superiore a 50.000 ore, bassi costi di manutenzione, e buona affidabilità, visto che in caso di danneggiamento di parte degli elementi il resto della sorgente luminosa continua a funzionare. Altre caratteristiche sono le basse potenze richieste, che consentono agli apparecchi a led di essere alimentati da energia elettrica prodotta da piccoli impianti alimentati da fonti rinnovabili (ad esempio per sistemi di illuminazione non connessi alla rete elettrica o per la segnaletica stradale), i bassi costi di manutenzione, la direzionalità della luce emessa.

Un aspetto importante da sottolineare è l'assenza di sostanze tossiche e nocive, che consente ai led di essere smaltiti tra i rifiuti indifferenziati. Diversamente dalle lampade a scarica, non contengono né i fosfori presenti nei tubi fluorescenti, né gas tossici e inquinanti come i vapori di mercurio.

I bassi ingombri e pesi, unitamente alla semplicità della struttura del prodotto, sono inoltre caratteristiche che portano a ridurre l'impatto che il led esercita sull'ambiente.

Le modalità applicative dei led nel settore illuminazione sono principalmente due: applicazioni in retrofit o sostituzione totale dell'apparecchio illuminante. Per la p.i. la modalità in genere adottata è la seconda, impiegando quando possibile il supporto (in genere un palo) presente in precedenza. Un problema importante, che limita le applicazioni in retrofit, è l'energia termica sviluppata dalla lampada, difficile da dissipare nelle armature preesistenti.

Calcolo del risparmio di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento

Nell'ottica di fornire all'operatore una procedura di semplice applicazione, senza dover ricorrere a misurazioni dirette come è nello spirito delle procedure standardizzate, il calcolo dei risparmi è stato condotto a parità di flusso utile, sotto definite condizioni e per definite tipologie di applicazione, riportate nelle "condizioni di applicabilità della procedura".

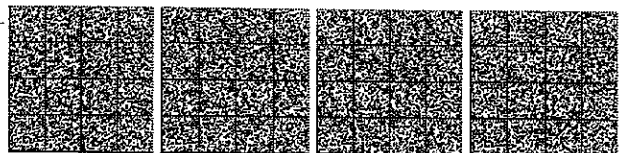
Il risparmio specifico lordo è calcolato come segue:

$$RSL = (P_{RIFe} - P_{LEDe}) \cdot f_E \cdot h \quad [10^{-3} \text{ tep/anno/sistema}]$$

Dove:

P_{LEDe} = Potenza effettiva del corpo illuminante a led

P_{RIFe} = Potenza effettiva di baseline



- f_E = fattore di conversione pari a $0,187 \cdot 10^{-3}$ tep/kWh, come previsto dalla delibera EEN 3/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
 h = ore annue di funzionamento;

Le potenze effettive tengono conto dei consumi accessori.

Come tecnologia di riferimento, da cui il pedice "RIF", si è considerata la tecnologia a vapori di sodio ad alta pressione (SAP), che sebbene non sia rappresentativa della totalità dell'installato, costituisce odiernamente la tecnologia di riferimento nel caso di interventi di sostituzione di lampade nel settore della p.i. I risparmi attribuiti dalla presente scheda alla sostituzione di sistemi con lampade a vapori di mercurio con nuovi sistemi a led non sono i risparmi effettivamente ottenibili, ma quelli che si otterrebbero rispetto alla tecnologia di riferimento, ossia lampade a vapori di sodio (dunque risparmi energetici inferiori).

Si ipotizza, per una corretta attribuzione dei risparmi, una sostituzione a parità di flusso utile, ossia:

$$\Phi_{LED} = \Phi_{SAP}$$

Con:

Φ_{LED} = flusso luminoso corpo a led

Φ_{RIF} = Φ_{SAP} = flusso luminoso SAP

Tali flussi sono stati espressi in funzione di vari parametri tra cui i fattori di manutenzione, di utilizzazione. Per le relazioni e parte dei dati impiegati si è fatto riferimento ai seguenti rapporti, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti e riferimenti: "Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs" a cura di P. Van Tichelen, T. Geerken, B. Jansen, M. Vanden Bosch, V. Van Hoof, L. Vanhooydonck, A. Vercajsteren svolto all'interno del Contract TREN/D1/40-2005/LOT9/S07.56457, agli studi condotti dalla società ERSE (ora RSE) sulle procedure di valutazione dei risparmi (in particolare al rapporto a cura di Alabiso et.al. "Studi di supporto all'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas nel meccanismo dei certificati bianchi nell'Applicazione dei Decreti sul risparmio energetico. Attività svolte nel 2007"), ai Documenti di Consultazione Pubblicati dall'Autorità in occasione delle proposte di nuove schede e a dati commerciali (in particolare al Documento di consultazione 24/10/04).

$$\Phi_{LED} = f(UF_{LED}, LMF_{LED}, LLMF_{LED}, LLO_{LED})$$

$$\Phi_{RIF} = f(UF_{RIF}, LMF_{RIF}, LLMF_{RIF}, LLO_{RIF})$$

Con:

UF = "Utilization Factor";

LMF = "luminaire maintenance factor";

LLMF = "lamp lumen maintenance factor";

LLO = "Lamp lumen output".

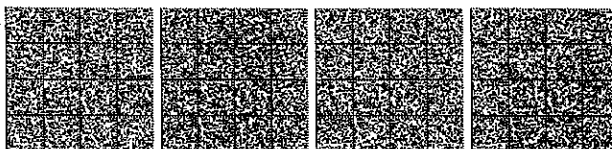
Uguagliando e semplificando si giunge a una relazione che esprime la potenze P in funzione della potenza del corpo a led. Fatto ciò, per vari valori di P_{LED} si ricavano le P_{RIFe} e le P_{LEDe} .

Per la determinazione delle potenze effettive si è proceduto come segue:

Per P_{RIFe} si fa riferimento alla relazione considerata nel DCO 27/10/04 per le lampade a vapori di sodio; il DCO è stato propedeutico alla realizzazione della scheda tecnica n. 18 "Sostituzione di lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti di Pubblica Illuminazione":

$$P_{RIFe} = 1,2 \cdot P_{RIF} - 0,00046 \cdot P_{RIF}^2$$

Estrapolando un analogo legame



$$P_{LED_e} = f(P_{LED})$$

si determina

$$\Delta P = P_{RIF_e} - P_{LED_e}$$

e, di conseguenza:

$$RSL = \Delta P \cdot f_E \cdot h \quad [10^{-3} \text{tep/anno/sistema}]$$

I valori di risparmio nel caso di assenza di regolatori di flusso luminoso nella situazione ante-intervento sono riportati in Tabella 1. Le ore di funzionamento sono determinate in 4.200 h/anno.

Caso 1: assenza di regolatore di flusso luminoso nell'impianto precedente	
P [W]	RSL (10^{-3} tep/anno/sistema)
<30 W	13,0
40	25,3
60	36,7
80	47,5
100	57,5
>100	66,7

Tabella 1: RSL in assenza di regolatore di flusso luminoso nella situazione pre-intervento

Per il caso di presenza di regolatori di flusso luminoso nella situazione pre-intervento si è fatto riferimento al numero di ore equivalenti adottato nel DCO del 27/10/04 per il calcolo dei risparmi della scheda n.3 (successivamente pubblicata come scheda n.18) relativamente al "Caso 2 sostituzione in presenza di un regolatore di flusso". I valori di risparmio sono riportati nella seguente tabella 2:

Caso 2: presenza di regolatore di flusso luminoso nell'impianto precedente	
P [W]	RSL (10^{-3} tep/anno/sistema)
<30 W	10,4
40	20,2
60	29,4
80	38,0
100	46,0
>100	53,3

Tabella 2: RSL in presenza di regolatore di flusso luminoso nella situazione pre-intervento

Per valori di potenza intermedi tra quelli proposti, si procede in entrambi i casi per interpolazione lineare.

