

## VALUTAZIONI DI RISPARMIO ENERGETICO PER ADOZIONE DI LAMPADINE VOTIVE A LED

*Rev.2 - Settembre 2004*

### I N D I C E

1. **PREMESSA**
2. **DATI DI INPUT**
3. **CALCOLO DEI CONSUMI**
  - 3.1. **Consumo dell'impianto con lampade ad incandescenza**
  - 3.2. **Consumo dell'impianto con lampade a LED**
  - 3.3. **Consumo dell'impianto con lampade ad incandescenza e regolatore di potenza**
  - 3.4. **Consumo dell'impianto con lampade a LED e regolatore di potenza**
4. **RISULTATI E CONSIDERAZIONI ECONOMICHE**
  - 4.1. **Consumo e costi dell'impianto con lampade ad incandescenza**
  - 4.2. **Consumo e costi dell'impianto installando le lampade a LED**
  - 4.3. **Consumo e costi dell'impianto installando il regolatore di potenza**
  - 4.4. **Consumo e costi dell'impianto installando lampade a LED e regolatore di potenza**
5. **CALCOLO DEL PAYBACK**
6. **ALTRE CONSIDERAZIONI**
  - 6.1. **Durata**
  - 6.2. **Intensità luminosa**
  - 6.3. **Impegno di energia elettrica**



## 1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di evidenziare i vantaggi derivanti dall'adozione di lampade votive a LED, marca Reverberi, modelli LVR ed LVC, in alternativa alle classiche lampadine ad incandescenza.

Non sono stati considerati:

- i benefici legati alla maggiore durata delle lampade a LED rispetto a quelle tradizionali, in quanto non in possesso di dati oggettivi significativi sulla mortalità delle lampade tradizionali sull'impianto del cliente
- il calcolo dell'ammortamento dell'investimento.

## 2. DATI DI INPUT

I calcoli sono stati svolti elaborando i seguenti dati:

- N. 2500 lampade a filamento da 2 W, 24 Vac
- N. 2500 lampade a filamento da 3 W, 24 Vac
- Costo energia a 10 centesimi di euro/KWh
- Luci accese 24 ore su 24
- Consumo lampada a LED a luce piena pari a 500 mW (0,5 W)
- Consumo lampada a LED a luce ridotta al 50% pari a 120 mW (0,5 W)
- Consumo lampada ad incandescenza da 2 W a luce ridotta al 50% pari a 650 mW
- Consumo lampada ad incandescenza da 3 W a luce ridotta al 50% pari a 980 mW
- Ipotesi di installazione di regolatore di potenza a monte dell'impianto, con riduzione del 50% dalle ore 18.00 alle 08.00
- Ipotesi di sostituzione di tutte le lampade ad incandescenza con quelle a LED

## 3. CALCOLO DEI CONSUMI

### 3.1. Consumo dell'impianto con lampade ad incandescenza

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade da 2W:*

$$2500 \text{ lampade} \times 2 \text{ W} = \underline{5000 \text{ W}}$$

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade da 3W:*

$$2500 \text{ lampade} \times 3 \text{ W} = \underline{7500 \text{ W}}$$

*Potenza oraria totale impegnata:*

$$5000 \text{ W} + 7500 \text{ W} = \underline{12500 \text{ W}}, \text{ pari a } \underline{12,5 \text{ KWh}}$$

*Consumo annuo:*

$$12,5 \text{ KWh} \times 24 \text{ ore al giorno} \times 365 \text{ giorni all'anno} = \underline{109500 \text{ KWh}}$$

### 3.2. Consumo dell'impianto con lampade a LED

*Potenza oraria totale impegnata:*

$$(2500 \text{ lampade} + 2500 \text{ lampade}) \times 0,5 \text{ W} = \underline{2500 \text{ W}}, \text{ pari a } \underline{2,5 \text{ KWh}}$$

*Consumo annuo:*

2,5 KWh x 24 ore al giorno x 365 giorni all'anno = **21900 KWh**

### **3.3. Consumo dell'impianto con lampade ad incandescenza e regolatore di potenza**

*Ore annuali di funzionamento a luce piena:*

10 ore/giorno x 365 giorni/anno = 3650 ore

*Ore annuali di funzionamento a luce ridotta al 50%:*

14 ore/giorno x 365 giorni/anno = 5110 ore

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade da 2W a luce piena:*

2500 lampade x 2 W = 5000 W

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade da 3W a luce piena:*

2500 lampade x 3 W = 7500 W

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade da 2W a luce ridotta:*

2500 lampade x 0,65 W = 1625 W

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade da 3W a luce ridotta:*

2500 lampade x 0,98 W = 2450 W

*Potenza oraria totale impegnata a luce piena:*

5000 W + 7500 W = 12500 W, pari a 12,5 KWh

*Potenza oraria totale impegnata a luce ridotta:*

1625 W + 2450 W = 4075 W, pari a 4,075 KWh

*Consumo annuo nelle ore a luce piena:*

12,5 KWh x 3650 ore/anno = 45625 KWh

*Consumo annuo nelle ore a luce ridotta:*

4,075 KWh x 5110 ore/anno = 20823 KWh

*Consumo annuo totale:*

45625 KWh + 20823 KWh = **66448 KWh**

### **3.4. Consumo dell'impianto con lampade a LED e regolatore di potenza**

*Ore annuali di funzionamento a luce piena:*

10 ore/giorno x 365 giorni/anno = 3650 ore

*Ore annuali di funzionamento a luce ridotta al 50%:*

14 ore/giorno x 365 giorni/anno = 5110 ore

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade a LED a luce piena:*

(2500 lampade + 2500 lampade) x 0,5 W = 2500 W, pari a 2,5 KWh

*Potenza oraria utilizzata dalle lampade a LED a luce ridotta:*

(2500 lampade + 2500 lampade) x 0,12 W = 600 W, pari a 0,6 KWh

Consumo annuo nelle ore a luce piena:  
 $2,5 \text{ KWh} \times 3650 \text{ ore/anno} = \underline{9125 \text{ KWh}}$

Consumo annuo nelle ore a luce ridotta:  
 $0,6 \text{ KWh} \times 5110 \text{ ore/anno} = \underline{3066 \text{ KWh}}$

Consumo annuo totale:  
 $9125 \text{ KWh} + 3066 \text{ KWh} = \underline{12191 \text{ KWh}}$

#### **4. RISULTATI E CONSIDERAZIONI ECONOMICHE**

##### **4.1. Consumo e costi dell'impianto con lampade ad incandescenza**

Consumo annuo:  
109500 KWh

Costo annuo di energia elettrica:  
 $109500 \text{ KWh} \times 0,1 \text{ €} = \underline{10.950 \text{ €}}$

##### **4.2. Consumo e costi dell'impianto installando le lampade a LED**

Consumo annuo:  
21900 KWh

Spesa annua di energia elettrica:  
 $21900 \text{ KWh} \times 0,1 \text{ €} = \underline{2.190 \text{ €}}$

Risparmio annuo di energia rispetto all'impianto attuale:  
 $109500 \text{ KWh} - 21900 \text{ KWh} = \underline{87600 \text{ KWh risparmiati all'anno}}$

Risparmio annuo in costi rispetto all'impianto attuale:  
 $87600 \text{ KWh} \times 0,1 \text{ €} = \underline{8.760 \text{ € risparmiati all'anno}}$

Risparmio percentuale:  
**80,17%**

##### **4.3. Consumo e costi dell'impianto installando il regolatore di potenza**

Consumo annuo:  
66448 KWh

Spesa annua di energia elettrica:  
 $66448 \text{ KWh} \times 0,1 \text{ €} = \underline{6.644 \text{ €}}$

Risparmio annuo di energia rispetto all'impianto attuale:  
 $109500 \text{ KWh} - 66448 \text{ KWh} = \underline{43052 \text{ KWh risparmiati all'anno}}$

Risparmio annuo in costi rispetto all'impianto attuale:  
 $43052 \text{ KWh} \times 0,1 \text{ €} = \underline{4.305 \text{ € risparmiati all'anno}}$

Risparmio percentuale:

**60,68%**

#### **4.4. Consumo e costi dell'impianto installando lampade a LED e regolatore di potenza**

*Consumo annuo:*

12191 KWh

*Spesa annua di energia elettrica:*

12191 KWh x 0.1 € = 1.219 €

*Risparmio annuo di energia rispetto all'impianto attuale:*

109500 KWh – 12191 KWh = 97309 KWh risparmiati all'anno

*Risparmio annuo in costi rispetto all'impianto attuale:*

97309 KWh x 0.1 € = **9.730 € risparmiati all'anno**

Risparmio percentuale:

**88,86%**

## **5. CALCOLO DEL PAYBACK**

Nal caso di sola sostituzione delle lampade, considerando un prezzo di 4,5 €/lampada, nel caso in esame si ottiene:

*Importo dell'investimento:*

4,5 € x 5000 lampade = 22.500 €

*L'investimento rientra in:*

22.500 € (investimento) / 8.760 € (risparmio annuo) = **2.5 anni**

Nel calcolo non è stato considerato il fatto che le lampade a filamento vanno cambiate in media 30 volte nel corso della vita di una lampada a LED.

## **6. ALTRE CONSIDERAZIONI**

### **6.1. Durata**

Si tenga conto che i benefici economici ed organizzativi apportati dalla maggiore durata delle lampade a LED non sono affatto trascurabili e che, pertanto, sono da considerare un parametro importante ai fini della scelta di investimento.

A titolo indicativo, si consideri che la lampada a LED, in condizioni ottimali di funzionamento, ha una durata media di circa 130.000 ore, contro le 4.000 – 5.000 ore di quella tradizionale a filamento.

## 6.2. Intensità luminosa

Paragonare la lampada a LED con quella a filamento, dal punto di vista dell'intensità luminosa, non è semplice. Il motivo è dovuto al fatto che la lampada ad incandescenza è "omnidirezionale", mentre il LED è estremamente "direttivo". Per questo, nel caso della lampada ad incandescenza, i costruttori parlano di "flusso luminoso" (misurato in lumen, simbolo "Lm"), mentre per i LED i costruttori parlano di "intensità luminosa" (misurata in Candele, simbolo "Cd").

Per confrontare dunque la lampada a LED con quella ad incandescenza occorre calcolare l'intensità luminosa della lampada ad incandescenza compresa in un cono di emissione di angolo uguale a quello del LED.

Sapendo che i LED utilizzati nelle lampade tipo LVR ed LVC hanno un angolo di irradiazione di 30°, viene calcolato l'angolo solido della lampadina ad incandescenza:  $(30 \times 4\pi)/360 = 1,046$  steradiani.

Dato il flusso luminoso dei due tipi di lampade ad incandescenza da 2 W e da 3 W, corrispondenti rispettivamente a 16 Lm e 24 Lm, si possono ricavare le due intensità luminose in condizioni di visibilità di 30°:

Intensità lampada incandescenza da 2 W in un cono di 30°:  $16/1,046 = \underline{\underline{15,29 \text{ Cd}}}$

Intensità lampada incandescenza da 3 W in un cono di 30°:  $24/1,046 = \underline{\underline{22,93 \text{ Cd}}}$

Il costruttore dei LED dichiara che l'intensità di un singolo LED è pari a **8 Cd**. In ciascuna lampada a LED vi sono montati tre LED, di cui però soltanto due convergono in un'unica direzione frontale e uno verso l'alto.

Pertanto:

se si tiene conto della **somma delle singole emissioni**, la lampada a LED, a pari angolo di irradiazione, supera di poco l'intensità della lampadina a filamento da 3 W. Infatti:  $8 \text{ Cd} \times 3 \text{ LED} = \underline{\underline{24 \text{ Cd}}}$ , contro le 23 Cd circa di quella a filamento da **3 W**.

Se si tiene conto invece della sola emissione frontale, a pari angolo di irradiazione, la lampada a LED risulta essere leggermente superiore alla lampadina a filamento da **2 W**. Infatti:  $8 \text{ Cd} \times 2 \text{ LED} = \underline{\underline{16 \text{ Cd}}}$ , contro le 15 Cd circa di quella a filamento da 3 W.

## 6.3. Impegno di energia elettrica

Al risparmio energetico ed economico descritto, derivante dall'adozione di lampade a LED e/o regolatore, è importante aggiungere il risparmio conseguente alla possibile riduzione del contratto di fornitura con l'Ente erogatore.

Infatti, rispetto ad un impianto con lampade ad incandescenza, per il quale è necessario un contratto **di almeno 13 KW**, la soluzione con lampade a LED e regolatore di potenza **richiede solamente 3 KW**.