



CERTIFICATI BIANCHI

Allegato 2.10 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

SISTEMI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA A LED

Progetto Standardizzato

2026

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI.....	3
2.1	EFFICIENZA MINIMA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO	4
2.2	REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020.....	5
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO E CONSUMO DI BASELINE.....	6
3.1	IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO	8
3.1.1	LIVELLI MINIMI DI LUMINANZA E ILLUMINAMENTO.....	8
3.2	NON CONVENIENZA ECONOMICA DELL'INSTALLAZIONE DEI MISURATORI.....	12
4	PROGRAMMA DI MISURA.....	13
5	ALGORITMO DI CALCOLO	13
5.1	METODOLOGIA DI ESTENSIONE DEI RISPARMI.....	14
	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>16</i>
	<i>Allegato 1 – Fattore di manutenzione</i>	<i>17</i>

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi di efficienza energetica, gli impianti di illuminazione risultano di grande interesse in quanto la loro riqualificazione garantisce un'importante riduzione del consumo energetico e, pertanto, importanti benefici sia dal punto di vista ambientale sia economico.

La presente guida rappresenta un ausilio per la presentazione dei Progetti Standardizzati (PS) relativi all'efficientamento di impianti di illuminazione pubblica per i quali è presente una configurazione mista tra:

- impianti nei quali sono disponibili i consumi ante intervento (tipicamente impianti di proprietà del comune) i quali potranno essere presi come campione rappresentativo;
- impianti nei quali non sono disponibili i consumi ante intervento (es. impianti di proprietà del distributore locale di energia elettrica i cui consumi/costi sono definiti a *"forfait"*, impianti nei quali sono presenti carichi esogeni, etc.).

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI

Gli interventi sugli impianti di illuminazione pubblica, incentivabili tramite la metodologia riportata nella scheda PS, rientrano nell'ambito *"Settore reti, servizi e trasporti"* e sono distinti in due tipologie:

- nuova installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti²;
- sostituzione della lampada e/o del corpo illuminante nell'area oggetto d'intervento, con ridistribuzione o meno del posizionamento delle lampade e/o dei corpi illuminanti.

La tabella seguente riporta, per ciascuna tipologia di intervento, i valori di vita utile (U) da considerare ai fini della rendicontazione dei risparmi.

Tipologia di intervento	Settore	Vita utile	
		Nuova installazione	Sostituzione
Sistemi per l'illuminazione pubblica	Reti, Servizi e Trasporti	7	7

Tabella 1: valori di vita utile ai fini della rendicontazione dei risparmi per i progetti di efficienza energetica nell'ambito dell'illuminazione pubblica

Si specifica, inoltre, che non è possibile rendicontare tramite un progetto standardizzato i risparmi conseguibili con l'installazione di sistemi di regolazione del flusso luminoso, in quanto l'effetto risulta variabile in funzione delle caratteristiche delle vie/piazze e pertanto di difficile standardizzazione.

La migliore tecnologia disponibile nell'ambito dei sistemi di illuminazione, che permette di ottenere i migliori risultati in termini di riduzione dei consumi energetici, è la tecnologia a led. Il risparmio generabile da questa tecnologia deriva dalla migliore efficacia delle lampade (valori tipici di questa tecnologia si attestano intorno ai 150-170 lm/W) che a parità di flusso luminoso richiedono l'assorbimento di una minore potenza.

² Si specifica che il termine *"lampada"* indica la sorgente luminosa, mentre il *"corpo illuminante"* fa riferimento all'insieme di sorgente e apparecchio.

Di seguito si riporta un caso esemplificativo di intervento di efficienza energetica realizzato su un impianto di illuminazione pubblica attraverso l'installazione di lampade a led, al fine di fornire un'indicazione di massima sul potenziale di risparmio conseguibile mediante tale intervento. A tal fine, si assumono le seguenti ipotesi:

- l'impianto nella configurazione ante intervento garantisce il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento previsti della norma UNI 13201 e risulta costituito da 200 lampade di tipologia SAP e potenza pari a 100 W;
- l'impianto nella configurazione post intervento risulta costituito da 200 ciascuna di tipologia led con efficacia pari a 160 lm/W e di potenza pari a circa 68 W;
- l'impianto post intervento garantisce:
 - un livello di luminanza/illuminamento pari o superiore a quello registrato nella configurazione ante intervento;
 - un risparmio energetico pari a circa il 32% del consumo di energia elettrica ante intervento;
- le ore di funzionamento equivalenti degli impianti nella configurazione ante intervento e post intervento sono pari a 4.200.

Con tali ipotesi la stima del risparmio energetico aggiuntivo generabile dall'intervento è pari a circa 26,9 MWh/anno, ovvero 5 tep/anno.

2.1 EFFICIENZA MINIMA DELLE LAMPAD E POST INTERVENTO

Per l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi dovranno essere installate lampade e/o corpi illuminanti a LED con prestazioni pari o superiori a quelle riportate nella Tabella 15 del D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii.

– *Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica (Tabella).*

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico [lm/W]
≥ 105	≥ 120

Tabella 2: prestazioni minime delle lampade a LED ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi

La verifica delle suddette prestazioni dovrà essere eseguita per le lampade e/o i corpi illuminanti oggetto di intervento, salvo per i casi esclusi dal D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii, ovvero per le lampade e/o corpi illuminanti impiegati in gallerie, in parcheggi privati ad uso privato, in aree private a uso commerciale o industriale, in campi sportivi, in monumenti, edifici, alberi, illuminazione artistica, etc.

Per dimostrare il rispetto dei requisiti sopra riportati, è data facoltà al soggetto proponente di fornire, in luogo di tutte le schede tecniche o di documentazione equivalente, la tabella riassuntiva di seguito riportata (Tabella 3), contenente le principali caratteristiche tecniche delle lampade e/o dei corpi illuminanti installati nella situazione post intervento.

Marca	Modello	Potenza [W]	Flusso luminoso del modulo LED [lm]	Efficienza luminosa del modulo LED [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED completo di ottica [lm/W]	Verifica requisiti D.M. 27 settembre 2017
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	SI/NO
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	SI/NO
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	SI/NO

Tabella 3: Informazioni riassuntive delle caratteristiche tecniche

Le lampade e/o i corpi illuminanti che non rispettano i requisiti previsti non accedono al meccanismo dei Certificati Bianchi e devono essere escluse applicando il metodo della “potenza passante”³.

Viene fatta salva la possibilità per il GSE di richiedere, sia in sede di istruttoria del PS che nel corso della vita utile del progetto, documentazione (es. schede tecniche, dichiarazione del produttore, ecc.) attestante l’efficienza minima dichiarata.

2.2 REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020

Il Regolamento (UE) 2019/2020 (di seguito indicato anche come *Regolamento*) è considerato come normativa di riferimento per la definizione:

- degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “P_{baseline}”;
- delle lampade di riferimento nel calcolo del parametro “P_{baseline}”;

In particolare:

- al punto 1.b) dell’Allegato II del Regolamento si stabiliscono nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione separate funzionanti a pieno carico in funzione della:
 - a) tipologia di sorgente luminosa;
 - b) potenza in uscita dichiarata dell’unità di alimentazione (P_{cg}) o potenza dichiarata della sorgente luminosa (P_{ls}) in [W], secondo i casi.

Pertanto, i valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione stabiliti dal Regolamento devono essere considerati per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “P_{baseline}”.

- il punto 1.a) dell’Allegato II del Regolamento individua la definizione dell’efficacia minima richiesta, che si definisce come segue:

$$\varepsilon_{min} = \frac{\phi_{use}}{P_{onmax}}$$

dove:

- ε_{min} è l’efficacia minima richiesta, espressa in [lm/W];

³ Il metodo della potenza passante è descritto al paragrafo 3.1.1.1 del presente documento.

- Φ_{use} è il flusso luminoso utile, espresso in [lm];
- P_{onmax} è la potenza massima consentita calcolata, espressa in [W], ottenuta mediante la seguente correlazione:

$$P_{onmax} = C \times [L + \Phi_{use}/(F \times \eta)] \times R$$

dove:

- η è una costante utilizzata a fini del calcolo che, pur avendo le dimensioni dell'efficacia in lm/W, non corrisponde a quest'ultima e quindi all'efficacia minima richiesta sopra definita. La costante, riportata nella tabella 1 dell'Allegato II del Regolamento, viene denominata *soglia di efficacia* e assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa;
- L è il *fattore di perdita finale* espresso in W, costante che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa, riportata nella tabella 1 dell'Allegato II del Regolamento;
- C è il *fattore di correzione* che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa. Nella tabella 2 dell'Allegato II del Regolamento si riportano i "Valori C di base" e "le aggiunte a C", incrementi dei valori di C stabiliti in funzione di particolari caratteristiche della sorgente luminosa;
- F è il *fattore di efficacia* (F) pari a 1,00 per sorgenti luminose non direzionali (NDLS, usando il flusso totale) e 0,85 per sorgenti luminose direzionali (DLS, usando il flusso in un cono);
- R è il *fattore IRC* (indice di resa cromatica) pari a 0,65 per $IRC \leq 25$ e $(IRC + 80)/160$ per $IRC > 25$, arrotondato al secondo decimale.

Pertanto, per i progetti standardizzati (PS) le lampade di riferimento devono rispettare il Regolamento (UE) 2019/2020 e s.m.i., ovvero devono avere un valore di efficacia (lumen/W) pari o maggiore al valore di efficacia minima richiesta per la specifica tipologia di lampada esaminata.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO E CONSUMO DI BASELINE

Nella presentazione di un progetto standardizzato (PS) di nuova installazione o retrofit di un impianto di illuminazione pubblica è necessario fornire tutta la documentazione che consenta di inquadrare correttamente l'intervento, a partire da una chiara descrizione delle aree oggetto di intervento. Inoltre, dovranno essere fornite le informazioni relative alla tipologia di lampade/corpi illuminanti di baseline e post intervento, quali marca, modello, potenza nominale, quantità e potenza totale delle lampade e/o dei corpi illuminanti. Queste ultime informazioni dovranno essere riassunte come nella tabella di seguito riportata (Tabella 4).

POD	Via/Piazza oggetto di intervento	Baseline					Post Intervento				
		Marca	Modello	Potenza [W]	Quantità	Potenza totale [kW]	Marca	Modello	Potenza [W]	Quantità	Potenza totale [kW]
A	Via Bianchi	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
	Via Rossi	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
B	Via Celesti	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabella 2: Informazioni riassuntive del progetto

Nel progetto potranno essere inclusi anche impianti caratterizzati, nella situazione ante intervento, da consumi a “*forfait*”, per i quali sia prevista l’installazione di misuratori per il monitoraggio dei consumi nella situazione post intervento. Anche per le strade oggetto d’intervento afferenti a tali impianti sarà necessario fornire le informazioni sopracitate.

La definizione del corretto valore di baseline deve tener conto di quanto stabilito al punto 2.6 e 2.7 dell’Allegato 1 del D.M. 21 luglio 2025. Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono consumi energetici rientranti nei 12 mesi precedenti la realizzazione all’intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento, cioè il consumo che, in relazione al progetto proposto, è attribuibile *“all’intervento, o l’insieme di interventi, realizzati con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l’offerta standard di mercato in termini tecnologici e/o lo standard minimo fissato dalla normativa”*.

Nei casi di *Sostituzione* la definizione della potenza di baseline, dunque, si basa sull’analisi dello stato di fatto. In particolare, deve essere identificato il valore di potenza nominale dell’impianto a partire dalla numerosità, tipologia e potenza delle lampade e/o dei corpi illuminanti installati e dall’efficienza di eventuali alimentatori presenti nella condizione ante intervento.

Nei casi di *Nuova installazione* di punti luce e/o corpi illuminanti a servizio di vie/piazze non precedentemente illuminate, per la definizione della potenza di baseline si dovrà fare riferimento alla tecnologia standard attualmente installabile, ossia, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alle lampade a vapori di sodio ad alta pressione che abbiano un valore di efficacia luminosa (lumen/W) pari o superiore al valore indicato nel Regolamento (UE) 2019/2020 per la specifica tipologia di lampada esaminata. Il rispetto del requisito sopra riportato potrà essere dimostrato dando evidenza che la lampada scelta come riferimento sia una lampada in commercio, ovvero sia una lampada selezionata da un qualsiasi fornitore o dalla banca dati europea denominata European Product Registry for Energy Labelling (EPREL). In tal caso, si riterrà implicitamente dimostrato il rispetto dei requisiti imposti dal Regolamento (UE) 2019/2020 e la lampada individuata potrà essere utilizzata come baseline per il progetto di efficienza energetica.

Alternativamente, il rispetto dei requisiti potrà essere dimostrato avvalendosi del file Excel dedicato pubblicato sul sito istituzionale del GSE, che consente, in funzione dei parametri della lampada individuata come riferimento, il calcolo dell’efficacia della lampada stessa e dell’efficacia minima definita dal Regolamento (UE) 2019/2020. Laddove l’efficacia minima risulti inferiore a quella della lampada di riferimento individuata, quest’ultima potrà essere utilizzata come baseline per il progetto di efficienza energetica.

Nel caso in cui il soggetto proponente decida di implementare e trasmettere esclusivamente la documentazione prevista a pagina 11, nella Tabella 4 dovrà essere implementata una colonna in cui si indichi la modalità/fonte mediante la quale è stata identificata la lampada di riferimento e dovrà essere trasmessa opportuna documentazione al fine di verificare quanto riportato per almeno due tipologie di lampade di riferimento individuate.

La potenza post intervento, invece, viene definita sulla base della consistenza dello stato di progetto. In particolare, deve essere identificato un valore di potenza nominale dell’impianto a partire dalla numerosità, tipologia e potenza delle lampade e/o dei corpi illuminanti da installare e dall’efficienza di eventuali

alimentatori presenti nella condizione post intervento. Si specifica che nel caso di utilizzo di lampade e/o corpi illuminanti che, tramite la regolazione della potenza assorbita, consentono di ottenere un flusso luminoso costante nel tempo, la potenza post intervento potrà coincidere con la potenza a cui viene regolato l'apparecchio.

3.1 IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO

Il metodo standardizzato di valutazione e certificazione dei risparmi si basa sull'identificazione dei campioni rappresentativi, che dovranno essere individuati tra le vie/piazze oggetto d'intervento sulle quali verrà eseguito il monitoraggio dei consumi post intervento. Di seguito, due possibili metodologie di individuazione del campione rappresentativo:

Metodologia 1: indicare tutte le vie/piazze che sono rappresentate dal campione individuato, specificandone le caratteristiche (ad es. categoria illuminotecnica, tipologia e potenza delle lampade di baseline e post intervento, larghezza della carreggiata, interdistanza dei pali, altezza del punto luce, tipologia di regolazione e/o accensione/spengimento, etc.) in modo da verificare che tali vie/piazze scelte, oltre ad essere omogenee tra di loro, siano omogenee al campione rappresentativo. Per tale casistica sarà necessario effettuare, per tutte le vie/piazze facenti parte del campione rappresentativo, i calcoli illuminotecnici di baseline e post intervento, o utilizzare la metodologia semplificata riportata al paragrafo 3.1.1.2.

Metodologia 2: nel caso in cui le vie/piazze oggetto d'intervento presentino caratteristiche tali da non consentire l'individuazione di campioni rappresentativi, con caratteristiche omogenee tra di loro, come sopra descritto, sarà possibile individuare i campioni rappresentativi sulla base della medesima tipologia di regolazione e/o accensione/spengimento delle lampade e/o dei corpi illuminanti, tali da garantire medesime ore equivalenti di funzionamento o eventualmente potranno essere considerate ore differenti qualora normalizzabili. Per tale casistica sarà necessario effettuare, per tutte le vie/piazze oggetto d'intervento, i calcoli illuminotecnici di baseline e post intervento, o utilizzare la metodologia semplificata riportata al paragrafo 3.1.1.2.

3.1.1 LIVELLI MINIMI DI LUMINANZA E ILLUMINAMENTO

L'impianto di illuminazione pubblica nella situazione post intervento deve garantire il rispetto dei requisiti prestazionali minimi previsti dalla norma UNI EN 13201, per ciascuna categoria illuminotecnica definita dalla norma UNI 11248. È necessario, pertanto, definire accuratamente le aree interessate, classificandole in funzione della categoria illuminotecnica, secondo quanto definito dalla norma UNI 11248 e riportando, per ciascuna di esse, i requisiti prestazionali minimi previsti dalla norma UNI EN 13201.

3.1.1.1 VERIFICA DEI REQUISITI TRAMITE CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Al fine di consentire la verifica dei livelli minimi di luminanza/illuminamento previsti dalla norma UNI EN 13201, possono essere effettuati i calcoli illuminotecnici di baseline e post intervento. Tali calcoli dovranno essere elaborati per tutte le vie/piazze facenti parte del campione rappresentativo, ovvero per tutte le

vie/piazze oggetto di intervento, considerando il medesimo fattore di manutenzione⁴, al fine di garantire un confronto a parità di condizioni tra la situazione di baseline e post intervento.

Al fine di comprovare il rispetto dei livelli minimi di illuminamento, nell'ambito dell'istruttoria è data facoltà al soggetto proponente di fornire, in luogo dei suddetti calcoli illuminotecnici, esclusivamente i risultati ottenuti quali, ad esempio, i valori di illuminamento/luminanza medi per tutte le vie/piazze facenti parte del campione rappresentativo, ovvero per tutte le vie/piazze oggetto di intervento, integrando la precedente Tabella 4 come di seguito rappresentato (Tabella 4-bis). I livelli minimi di luminanza/illuminamento definiti dalla norma UNI EN 13201 riguardano, infatti, il livello di illuminamento/luminanza medio.

Viene fatta salva la possibilità per il GSE di richiedere, sia in sede di istruttoria del PS che nel corso della vita utile del progetto, i calcoli illuminotecnici attestanti le informazioni dichiarate.

POD	Via/Piazza oggetto di intervento	...	Categoria illuminotecnica UNI 11248	Luminanza/ Illuminamento UNI 13201 [cd/m ²] / [lx]	Denominazione calcolo illuminotecnico di baseline	Luminanza/ Illuminamento di baseline [cd/m ²] / [lx]	Denominazione calcolo illuminotecnico post intervento	Luminanza/ Illuminamento post intervento [cd/m ²] / [lx]
A	Via Bianchi	...	Ad es. M1	2,00	Calcolo XXX	1,80	Calcolo XXX	2,30
	Via Rossi	...	Ad es. M1	2,00	Calcolo XXX	2,10	Calcolo XXX	2,20

Tabella 4-bis: Informazioni riassuntive luminanza/illuminamento

I valori riportati nella Tabella 4-bis sono, inoltre, necessari per il calcolo dei coefficienti di:

- addizionalità normativa Add_{norm} : pari al rapporto tra la luminanza/illuminamento nella situazione di baseline e la luminanza/illuminamento prevista dalla normativa di riferimento⁵. Tale coefficiente deve essere minore o uguale al valore unitario, ed è necessario a garantire che non vengano incentivati interventi di adeguamento normativo degli impianti. Per il calcolo del coefficiente Add_{norm} :
 - a) nei casi in cui venga effettuato un declassamento della categoria stradale tra la situazione di baseline e la situazione post intervento, il livello di illuminamento minimo da considerare ai fini della verifica del rispetto dei requisiti di luminanza/illuminamento previsti dalla normativa, è quello riferito alla nuova categoria individuata;
 - b) laddove la normativa non preveda requisiti prestazionali minimi da garantire (ad es. categoria illuminotecnica P7, punti isolati, etc.) sarà necessario porre il coefficiente di addizionalità normativa pari al valore unitario.
- aggiustamento illuminotecnico Agg_{lux} : pari al rapporto tra la luminanza/illuminamento nella situazione di baseline e la luminanza/illuminamento nella situazione post intervento. Tale coefficiente deve essere maggiore o uguale al valore unitario, ed è necessario a garantire che i risparmi vengano calcolati a parità di condizioni di luminanza/illuminamento. Laddove non sia

⁴ Come definito nell'“Allegato 1 - Fattore di manutenzione”.

⁵ Si rappresenta che, nel caso in cui il progetto di illuminazione pubblica ricada nella fattispecie di “nuova installazione”, il coefficiente Add_{norm} non potrà mai essere inferiore al valore unitario sulla base della definizione di progetto di riferimento di cui all'art. 2, comma 1, lettera s) del D.M. 21 luglio 2025

possibile elaborare i calcoli illuminotecnici (ad es. categoria illuminotecnica P7, punti isolati, etc.), sarà necessario calcolare il coefficiente Agg_{lux} come rapporto tra il flusso luminoso nella situazione di baseline e quello nella situazione post intervento desunti da schede tecniche o da documentazione equivalente.

I dati relativi alle lampade e/o corpi illuminanti esclusi dal calcolo dei risparmi di energia primaria, dovranno essere implementati come di seguito rappresentato:

- per le lampade e/o corpi illuminanti eliminati a seguito dell'intervento (ad esempio, via/piazza non più oggetto di illuminamento, etc.):
 - i coefficienti correttivi Add_{norm} e Agg_{lux} dovranno essere posti pari al valore unitario;
 - la potenza di baseline dovrà essere considerata nulla.
- per le lampade e/o corpi illuminanti esclusi dalla rendicontazione dei risparmi (ad es. lampade e/o corpi illuminanti che non rispettano i requisiti di accesso, lampade e/o corpi illuminanti non oggetto di sostituzione, etc.), dovrà essere utilizzato il *metodo della potenza passante*, ovvero:
 - i coefficienti correttivi Add_{norm} e Agg_{lux} dovranno essere posti pari al valore unitario;
 - la potenza di baseline dovrà essere posta pari alla potenza post intervento.

Il calcolo dei coefficienti sopra menzionati deve essere svolto per i campioni rappresentativi individuati, o in alternativa per tutte le vie/piazze oggetto di intervento, e i risultati ottenuti dovranno essere integrati nella precedente Tabella 4-bis come di seguito riportato (Tabella 4-ter).

POD	Via/Piazza oggetto di intervento	...	Potenza di baseline [kW]	Potenza post intervento [kW]	Luminanza/Illuminamento UNI 13201 [cd/m ²] / [lx]	...	Luminanza/Illuminamento di baseline [cd/m ²] / [lx]	...	Luminanza/Illuminamento post intervento [cd/m ²] / [lx]	Agg_{lux} [≥1]	Add_{norm} [≤1]
A	Via Bianchi	...	Pante, Bianchi	Ppost, Bianchi	2,00	...	1,80	...	2,30	XXX	XXX
	Via Rossi	...	Pante, Rossi	Ppost, Rossi	2,00	...	2,10	...	2,20	XXX	XXX

Tabella 4-ter: calcolo dei coefficienti correttivi

Si specifica che dovranno essere escluse dal calcolo dei risparmi di energia primaria, attraverso l'applicazione del metodo della “potenza passante”, i tratti stradali per i quali, nella situazione post intervento, non sono rispettati i livelli minimi di illuminamento previsti dalla normativa.

Infine, dovranno essere determinati i valori dei coefficienti Add_{norm} e Agg_{lux} da associare ai campioni rappresentativi individuati, o in alternativa al singolo impianto (POD) facente parte del progetto, effettuando una media ponderata, sulla potenza delle lampade sottese al misuratore, dei coefficienti associati al singolo tratto stradale/piazza oggetto di intervento, sulla base delle informazioni riassunte nella Tabella 4-ter. In particolare:

- il coefficiente $Add_{norm,POD}$ deve essere ponderato rispetto alla differenza tra la potenza di baseline e post intervento di tutte le lampade sottese al singolo POD;
- il coefficiente $Agg_{lux,POD}$ deve essere ponderato rispetto alla potenza post intervento di tutte le lampade sottese al singolo POD.

I risultati ottenuti dovranno essere integrati nella precedente Tabella 4-ter come mostrato successivamente (Tabella 4-quater).

POD	Via/Piazza oggetto di intervento	Potenza di baseline [kW]	Potenza post intervento [kW]		Agglux [≥1]	Add _{norm} [≤1]	Agglux,POD [≥1]	Add _{norm} ,POD [≤1]
A	Via Bianchi	XXX	XXX		XXX	XXX	XXX	XXX
	Via Rossi	XXX	XXX		XXX	XXX		

Tabella 4-quater: calcolo dei coefficienti correttivi del POD

Di seguito, si riporta un esempio relativo al calcolo dei coefficienti Add_{norm} e $Agglux$ ponderati per singolo POD. Si supponga che al generico POD “A” siano sottesi due soli tratti stradali denominati “Via Bianchi” e “Via Rossi”, come rappresentato nella Tabella 4-quater. Il calcolo dei coefficienti correttivi del POD “A” dovrà essere svolto nel seguente modo:

$$Add_{norm_A} = \frac{(P_{ante_{Bianchi}} - P_{post_{Bianchi}}) * Add_{norm_{Bianchi}} + (P_{ante_{Rossi}} - P_{post_{Rossi}}) * Add_{norm_{Rossi}}}{[(P_{ante_{Bianchi}} - P_{post_{Bianchi}}) + (P_{ante_{Rossi}} - P_{post_{Rossi}})]}$$

$$Agglux_A = \frac{P_{post_{Bianchi}} * Agglux_{Bianchi} + P_{post_{Rossi}} * Agglux_{Rossi}}{P_{post_{Bianchi}} + P_{post_{Rossi}}}$$

3.1.1.2 VERIFICA DEI REQUISITI SENZA CALCOLI ILLUMINOTECNICI ANTE INTERVENTO

Qualora si scelga di non svolgere i calcoli illuminotecnici ante intervento, per ciascun impianto (POD), sarà necessario utilizzare i valori dei coefficienti Add_{norm} e $Agglux$ di seguito riportati (Tabella 5):

Add _{norm}	Agglux
0,86	1,61

Tabella 5: coefficienti correttivi fissi (elaborazione dati database GSE)

Al fine di dimostrare che l’impianto di illuminazione post intervento garantisca valori di luminanza/illuminamento maggiori di quelli previsti dalla norma UNI EN 13201, per ciascuna categoria illuminotecnica definita dalla norma UNI 11248, dovranno essere riepilogati in forma tabellare (rif. Tabella 4-bis) i valori di illuminamento/luminanza medi ottenuti medi per tutte le strade/piazze facenti parte dei campioni rappresentativi individuati, o in alternativa per tutte le vie/piazze oggetto di intervento desunti dai calcoli illuminotecnici. In caso contrario, sarà necessario escludere, con il *metodo della potenza passante*, le vie/piazze e/o gli impianti (POD) che non rispettano i requisiti previsti.

Si specifica, infine, che laddove il soggetto proponente decida di implementare e trasmettere esclusivamente:

- la Tabella 3, in luogo delle schede tecniche delle lampade e/o corpi illuminanti post intervento;

- b) la Tabella 4, in luogo delle evidenze che le lampade scelte come riferimento rispettino quanto previsto dal Regolamento (UE) 2019/2020 e delle schede tecniche delle lampade e/o corpi illuminanti di baseline;
- c) la Tabella 4-bis, in luogo dei calcoli illuminotecnici;

dovrà fornire una dichiarazione, resa ai sensi del D.P.R. n. 445/2000, firmata dal soggetto proponente e del soggetto titolare del progetto, attestante:

- la disponibilità della documentazione non trasmessa, e la coerenza dei dati trasmessi nelle tabelle con quelli presenti nella documentazione;
- l’impegno a conservare copia di tali documenti, per un numero di anni pari a quelli di vita utile dell’intervento, e a renderli disponibili al GSE al fine di consentire il riscontro di quanto dichiarato.

3.2 NON CONVENIENZA ECONOMICA DELL’INSTALLAZIONE DEI MISURATORI

Nella presentazione del PS deve essere fornita un’analisi della non convenienza economica dell’installazione dei misuratori e dell’attività di misura dei singoli interventi a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili dalla realizzazione del progetto. In particolare, l’analisi della non convenienza economica dell’installazione dei misuratori deve dimostrare che la somma del costo di investimento da sostenere per l’installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi e dei costi di gestione delle misure da essi derivanti è pari o maggiore al 20% del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili per l’intero arco della vita utile del progetto in virtù del risparmio energetico conseguibile a seguito della realizzazione degli interventi proposti.

A tal proposito, è necessario fornire, in fase di presentazione del PS, documentazione che consenta di verificare il costo che si sarebbe sostenuto nel caso in cui si fosse adottato un sistema di misura dell’energia elettrica dedicato ai singoli interventi (es. preventivi di spesa), integrando tali informazioni con la documentazione relativa al costo effettivamente sostenuto per il singolo misuratore (es. fatture) in fase di presentazione della richiesta di verifica e certificazione dei risparmi standardizzata (RS).

Si specifica, inoltre, che nel caso in cui l’indisponibilità dei consumi reali della situazione ante intervento riguardi impianti nei quali sono presenti carichi esogeni, dovranno essere elencati tali carichi riportando la tipologia e l’assorbimento medio annuale previsto.

Nel caso in cui si riscontri una difficoltà operativa relativa all’installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi, nella presentazione del PS deve essere fornita documentazione (es. schemi funzionali, unifilari, layout impiantistici, etc.) che consenta di dimostrare l’impossibilità di monitorare i componenti oggetto d’intervento e/o le relative variabili operative. Inoltre, la difficoltà operativa può essere declinata nell’indisponibilità degli impianti nella situazione ante intervento tale per cui non risulta possibile effettuare il monitoraggio dei componenti oggetto d’intervento.

4 PROGRAMMA DI MISURA

Nella presentazione di un progetto standardizzato (PS) di nuova installazione o retrofit di un impianto di illuminazione pubblica è necessario fornire una descrizione del programma di misura adottato per la determinazione dei valori di consumo ante intervento (solo nel caso di retrofit) e del programma di misura che si intende adottare per la valutazione dei risparmi nella situazione post intervento.

Tale descrizione, accompagnata da idonea documentazione (ad es. schede tecniche della strumentazione di misura nel caso in cui siano differenti dai contatori dell'energia elettrica del distributore associati al POD, schemi elettrici con l'indicazione del posizionamento della stessa, etc.) deve contenere informazioni riguardanti la strumentazione di misura, ivi incluse la disposizione e l'indicazione del codice identificativo della stessa (ad es. codice identificativo del POD). I misuratori devono essere posizionati in modo da rilevare le grandezze interessate (consumo di energia e variabili operative) e da scorporare gli effetti di variabili non relative all'intervento (ad esempio carichi esogeni). Nei casi di sostituzione, al fine di verificare la corretta individuazione della potenza installata nella situazione di baseline, le ore equivalenti di funzionamento associate ai singoli POD nello stato di fatto dovranno essere coerenti con le ore di funzionamento previste per gli impianti di illuminazione pubblica dalla delibera ARG/elt 29/08 dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente per gli impianti di illuminazione pubblica. Eventuali scostamenti rispetto a quest'ultima, in difetto oltre il -20% o in eccesso oltre il +10%, dovranno essere motivati e/o comprovati da opportuna documentazione.

Nel caso in cui le misure di un POD comprendano anche carichi esogeni, ovverosia carichi non relativi agli impianti di illuminazione oggetto di intervento (ad es. semafori, fontane, etc.), dovrà essere condotta un'analisi specifica al fine di valutarne l'assorbimento che dovrà essere scorporato dai consumi registrati.

L'assorbimento potrà essere determinato attraverso la misura diretta dei consumi di energia elettrica dei carichi esogeni ovvero, in assenza di tale misura, attraverso una ricostruzione cautelativa dei suddetti consumi. La ricostruzione cautelativa potrà avvenire moltiplicando la potenza associata ai carichi esogeni, comprovata da documentazione tecnica, per le ore di funzionamento caratteristiche di tali carichi, opportunamente valutate.

5 ALGORITMO DI CALCOLO

L'algoritmo di calcolo dei risparmi relativi ai progetti di nuova installazione o retrofit di impianti di illuminazione pubblica per gli impianti identificati come campione rappresentativo è il seguente:

$$REA_{CR} = [(P_{baseline_{CR}} \cdot h_{eq,post_{CR}}) - (E_{post_{CR}} \cdot Agg_{lux_{CR}})] \cdot Add_{norm_{CR}} \cdot f_e$$

dove:

- $P_{baseline_{CR}}$ è la potenza di baseline sottesa al campione rappresentativo individuato, ovverosia la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o dei corpi illuminanti presenti nella situazione ante intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori)

nei casi di Sostituzione, ovvero la potenza di riferimento nei casi di Nuova Installazione, espressa in [kW];

- E_{postCR} è l'energia elettrica misurata nella situazione post intervento di tutte le lampade sottese al campione rappresentativo individuato, espressa in [kWh];
- $h_{eq,postCR}$ è il numero di ore equivalenti di funzionamento del campione rappresentativo delle lampade e/o corpi illuminanti nella situazione post intervento. Tale grandezza è calcolata come segue:

$$h_{eq,postCR} = \frac{E_{postCR}}{P_{postCR}}$$

- P_{postCR} è la potenza post intervento sottesa al campione rappresentativo, ovverosia la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o dei corpi illuminanti presenti nella situazione post intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori), espressa in [kW];
- $Agglux_{CR}$ è il coefficiente di aggiustamento luminoso del campione rappresentativo;
- Add_{normCR} è il coefficiente di addizionalità normativa del campione rappresentativo;
- f_e è il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

L'algoritmo di calcolo precedentemente descritto dovrà essere applicato anche per gli impianti caratterizzati, nella situazione ante intervento, da consumi/costi a "forfait" e, nella situazione post intervento, dal monitoraggio dei relativi consumi mediante l'installazione di misuratori.

5.1 METODOLOGIA DI ESTENSIONE DEI RISPARMI

Nella presentazione del PS deve essere indicata la metodologia di estensione dei risparmi dei campioni rappresentativi al perimetro dell'insieme degli interventi da realizzare, al fine di determinare il risparmio energetico addizionale del progetto. A titolo esemplificativo, si riportano di seguito due possibili metodologie per l'estensione del calcolo dei risparmi del campione rappresentativo all'intera popolazione, da utilizzare a seconda della modalità scelta per l'identificazione del campione rappresentativo in accordo con quanto indicato nel paragrafo 3.1.

Metodologia 1 applicabile ai progetti nei quali le vie/piazze che sono rappresentate dal campione individuato, hanno caratteristiche (ad es. categoria illuminotecnica, tipologia e potenza delle lampade di baseline e post intervento, larghezza della carreggiata, interdistanza dei pali, altezza del punto luce, tipologia di regolazione e/o accensione/spengimento, etc.) omogenee tra di loro e omogenee al campione rappresentativo.

1. applicare l'algoritmo di calcolo, riportato al capitolo 5, ai campioni rappresentativi identificati;
2. estendere il calcolo dei risparmi di ogni campione individuato agli impianti ad esso associati, utilizzando per calcolare l'energia post intervento le ore equivalenti del campione e la potenza nominale installata di tutte le lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione post intervento, negli impianti rappresentati dal medesimo campione, ovverosia:

$$REA_{impianti,i} = [(P_{baseline\ TOT,i} \cdot h_{eq,postCRi}) - (P_{post\ TOT,i} \cdot h_{eq,postCRi} \cdot Agglux_{i})] \cdot Add_{norm,i} \cdot f_e$$

- $REA_{impianti,i}$ è il risparmio energetico addizionale di tutti gli impianti associati al campione i-esimo;

- $P_{baseline\ TOT,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade e/o corpi illuminanti presenti negli impianti associati al campione rappresentativo i-esimo, nella situazione di baseline;
 - $h_{eq,postCRI}$ è il numero di ore equivalenti del campione rappresentativo i-esimo, date dal rapporto tra l'energia misurata e la potenza nominale installata nella situazione post intervento del campione rappresentativo i-esimo $E_{post,CRI}/P_{post,CRI}$;
 - $P_{post\ TOT,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade e/o corpi illuminanti presenti negli impianti associati al campione rappresentativo i-esimo, nella situazione post intervento;
 - $Agglux,i$, $Add_{norm,i}$ sono i coefficienti di aggiustamento e addizionalità relativi al campione rappresentativo i-esimo;
3. determinare il risparmio energetico addizionale del progetto $REA_{progetto}$, sommando i risparmi dei campioni rappresentativi identificati e i risparmi calcolati di tutti gli impianti associati ai vari campioni rappresentativi.

Metodologia 2 applicabile ai progetti nei quali i campioni rappresentativi sono stati individuati sulla base della medesima tipologia di regolazione e/o accensione/spegnimento delle lampade e/o dei corpi illuminanti, tali da garantire le medesime ore equivalenti di funzionamento o eventualmente differenti qualora normalizzabili.

1. applicare l'algoritmo di calcolo, riportato al capitolo 5, ai campioni rappresentativi identificati;
2. estendere il calcolo dei risparmi di ogni campione individuato agli impianti ad esso associati, utilizzando per calcolare l'energia post intervento le ore equivalenti del campione rappresentativo e la potenza nominale installata di tutte le lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione post intervento, nelle vie/piazze rappresentate dal medesimo campione, per le quali sono stati effettuati i calcoli illuminotecnici di baseline e post intervento, o è stata utilizzata la metodologia semplificata descritta al paragrafo 3.1.1.2 ovvero:

$$REA_{strada/via,i} = [(P_{baseline,i} \cdot h_{eq,postCRI}) - (P_{post,i} \cdot h_{eq,postCRI} \cdot Agglux,i)] \cdot Add_{norm,i} \cdot f_e$$

- $REA_{strada/via,i}$ è il risparmio energetico addizionale della singola via/piazza i-esima oggetto d'intervento;
 - $P_{baseline,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade e/o corpi illuminanti presenti nella via/piazza i-esima oggetto d'intervento, nella situazione di baseline;
 - $h_{eq,post\ CRI}$ è il numero di ore equivalenti del campione rappresentativo i-esimo, date dal rapporto tra l'energia misurata e la potenza nominale installata nella situazione post intervento del campione rappresentativo i-esimo $E_{post,CRI}/P_{post,CRI}$;
 - $P_{post,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade e/o corpi illuminanti presenti nella via/piazza i-esima oggetto d'intervento, nella situazione post intervento;
 - $Agglux,i$, $Add_{norm,i}$ sono i coefficienti di aggiustamento e addizionalità relativi alla via/piazza i-esima oggetto d'intervento;
3. determinare il risparmio energetico addizionale del progetto $REA_{progetto}$, sommando i risparmi dei campioni rappresentativi identificati e i risparmi calcolati delle vie/piazze oggetto d'intervento.

Riferimenti normativi

- UNI 13201 Illuminazione stradale;
- UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii. – *Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica;*
- Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.

Allegato 1 – Fattore di manutenzione

Il fattore di manutenzione “*FM*” viene determinato come prodotto di diversi fattori:

$$FM = LLMF \times LSF \times LMF \times SMF$$

dove:

- *LLMF* è il fattore di manutenzione del flusso luminoso che indica la riduzione specifica del flusso di una lampada nel corso della sua durata;
- *LSF* è il fattore di durata delle lampade, che indica la percentuale delle lampade ancora funzionanti trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *LMF* è il fattore di manutenzione dell’apparecchio che indica il calo di efficienza di un apparecchio dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *SMF* è il fattore di manutenzione delle superfici che indica il calo degli indici di riflessione delle superfici, dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione.

Nella determinazione di tale coefficiente, pertanto, entrano in gioco sia le caratteristiche intrinseche delle lampade installate (in termini di degrado delle prestazioni per la riduzione di flusso) sia il degrado della funzionalità delle lampade installate e delle caratteristiche ambientali (in termini di affidabilità, sporcamento dell’impianto e delle superfici riflettenti).

Considerato che gli interventi incentivabili riguardano l’installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti, e non eventuali comportamenti più o meno virtuosi in termini di manutenzione, per effettuare un confronto a parità di condizioni tra le situazioni di baseline e post intervento, è necessario che i fattori di manutenzione inseriti nei calcoli illuminotecnici siano gli stessi nelle condizioni di baseline e post intervento, salvo il caso, applicabile per il solo fattore *LLMF*, in cui si dimostri la variazione tra le condizioni ante e post intervento (es. lampade e/o corpi illuminanti che consentono flusso luminoso costante nel tempo).