

ALLEGATO

Metodologia per determinare i risparmi di CO₂ delle luci esterne efficienti a LED per l'utilizzo in determinati veicoli commerciali leggeri

1. INTRODUZIONE

Il presente allegato definisce la metodologia per determinare i risparmi di emissioni di biossido di carbonio (CO₂) da attribuire all'uso di luci esterne efficienti a LED per veicoli in una o più delle luci esterne di cui all'articolo 1, per l'utilizzo nei veicoli commerciali leggeri di cui al medesimo articolo.

2. CONDIZIONI DI PROVA

Nel caso dei NOVC-HEV, il livello massimo di tensione disponibile a bordo non supera 60 Volt.

Le condizioni di prova soddisfano le prescrizioni dei regolamenti UN/ECE n. 4 ⁽¹⁾, 6 ⁽²⁾, 7 ⁽³⁾, 19 ⁽⁴⁾, 23 ⁽⁵⁾, 38 ⁽⁶⁾, 48 ⁽⁷⁾, 91 ⁽⁸⁾, 100 ⁽⁹⁾, 112 ⁽¹⁰⁾, 119 ⁽¹¹⁾ e 123 ⁽¹²⁾. Il consumo di energia è determinato in riferimento al punto 6.1.4 del regolamento UN/ECE n. 112, e all'allegato 10, punti 3.2.1 e 3.2.2, dello stesso regolamento.

Per il sistema di fari adattativi anteriori (AFS) a fascio anabagliante che rientra in almeno due delle classi C, E, V o W di cui al regolamento UN/ECE n. 123, tabella 1, le misurazioni del consumo di energia sono effettuate all'intensità dei LED di ciascuna classe (P_k), dove k corrisponde a ciascuna classe definita nella tabella 1 del regolamento UN/ECE n. 123.

Se è stato concordato con il servizio tecnico che la classe C è l'intensità rappresentativa/media dei LED destinati al veicolo, le misurazioni del consumo di energia sono effettuate con le stesse modalità utilizzate per qualsiasi altra luce esterna a LED inclusa nella combinazione.

Tabella 1

Classi del sistema AFS a fascio anabagliante

Classe	Cfr. il punto 1.3 e la nota a piè di pagina n. 2 del regolamento UN/ECE n. 123	% di intensità del LED	Modalità di attivazione (*)
C	Fascio anabagliante di base (campagna)	100	50 km/h < velocità < 100 km/h o se non è attivata, in nessuna modalità, un'altra classe di fasci anabaglianti (V, W, E)
V	Agglomerati urbani	85	Velocità < 50 km/h
E	Strade e autostrade extraurbane	110	Velocità > 100 km/h
W	Maltempo	90	Tergicristallo attivo per > 2 minuti

(*) Le velocità di attivazione sono controllate per ciascun veicolo ai sensi del regolamento UN/ECE n. 48, sezione 6, capitolo 6.22, punti 6.22.7.4.1 (classe C), 6.22.7.4.2 (classe V), 6.22.7.4.3 (classe E) e 6.22.7.4.4 (classe W).

2.1. **Apparecchiature di prova**

Si utilizzano le seguenti apparecchiature di prova:

- un'unità di alimentazione (ossia un alimentatore a tensione variabile);
- due multimetri digitali, uno per misurare la corrente continua, l'altro per misurare la tensione di corrente continua.

⁽¹⁾ GU L 4 del 7.1.2012, pag. 17.

⁽²⁾ GU L 213 del 18.7.2014, pag. 1.

⁽³⁾ GU L 285 del 30.9.2014, pag. 1.

⁽⁴⁾ GU L 250 del 22.8.2014, pag. 1.

⁽⁵⁾ GU L 237 dell'8.8.2014, pag. 1.

⁽⁶⁾ GU L 148 del 12.6.2010, pag. 55.

⁽⁷⁾ GU L 323 del 6.12.2011, pag. 46.

⁽⁸⁾ GU L 164 del 30.6.2010, pag. 69.

⁽⁹⁾ GU L 302 del 28.11.2018, pag. 114.

⁽¹⁰⁾ GU L 250 del 22.8.2014, pag. 67.

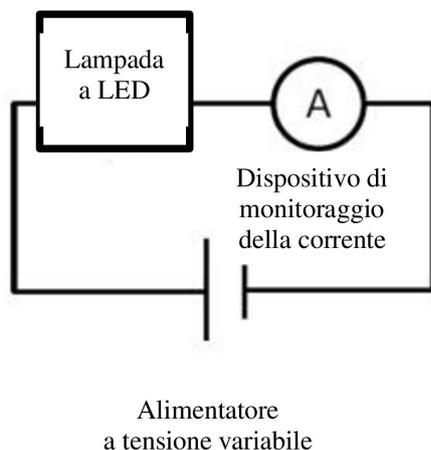
⁽¹¹⁾ GU L 89 del 25.3.2014, pag. 101.

⁽¹²⁾ GU L 222 del 24.8.2010, pag. 1.

La figura 1 illustra una possibile configurazione dell'apparecchiatura di prova in cui il multimetro per misurare la corrente continua è integrato nell'unità di alimentazione.

Figura 1

Illustrazione della configurazione di prova



2.2. Determinazione dei risparmi di energia

2.2.1. Misurazione del consumo di energia

Per ciascuna luce esterna efficiente a LED inclusa nella combinazione, la misurazione della corrente è effettuata a una tensione di 13,2 V. Il modulo LED o i moduli LED attivati da un congegno elettronico di regolazione della sorgente luminosa sono misurati in base alle istruzioni del richiedente.

Il costruttore può chiedere che siano effettuate ulteriori misurazioni della corrente ad altre tensioni, laddove ne possa dimostrare la necessità sulla base di documentazione verificata.

In ogni caso le misurazioni (n) sono effettuate almeno cinque volte consecutive per ciascuna tensione. La tensione applicata e la corrente misurata sono registrate al quarto decimale.

Il consumo di energia è determinato moltiplicando la tensione per la corrente misurata. La media del consumo di energia per ciascuna luce esterna efficiente a LED (P_{EI_i}) [W] è calcolata secondo la formula 1 arrotondando i calcoli al quarto decimale. Quando si utilizzano un motore passo-passo o una centralina elettronica per l'alimentazione delle lampade a LED, il carico elettrico di questo componente deve essere escluso dalla misurazione.

Formula 1

$$\overline{P_{EI_i}} = \frac{\sum_{j=1}^n (V_{EI_{ij}} \cdot I_{EI_{ij}})}{n}$$

dove:

- $V_{EI_{ij}}$ è la tensione di prova di ciascuna luce a LED i del veicolo [V];
- $I_{EI_{ij}}$ è la corrente misurata di ciascuna luce a LED i del veicolo [A];
- n è il numero di misurazioni del campione;
- j indica una misurazione individuale del consumo di energia.

Nel caso dei sistemi AFS a fascio anabbagliante, il consumo di energia ($P_{EI_{AFS}}$) [W] è calcolato come la media del consumo di energia dei LED di ciascuna classe k, ponderata in funzione della percentuale di tempo della WLTP per intervallo di velocità, secondo la formula 2.

Formula 2

$$P_{EIAFS} = \sum_{k=1}^K \text{WLTP_share} \cdot \bar{P}_k$$

dove

\bar{P}_k è il consumo di energia all'intensità dei LED di ciascuna classe k, come media di n misurazioni consecutive [W];

K è il numero di classi associate all'AFS a fascio anabbagliante.

WLTP_share è la percentuale di tempo della WLTP per intervallo di velocità in ciascuna classe, definita nella tabella 2.

Tabella 2

Percentuale di tempo della WLTP per intervallo di velocità

Intervallo di velocità	Percentuale di tempo della WLTP (WLTP_share)
< 50 km/h	0,588
50-100 km/h	0,311
> 100 km/h	0,101

Se il sistema AFS a fascio anabbagliante non rientra in tutte e quattro le classi indicate nella tabella 1, le WLTP_share delle classi mancanti sono attribuite alla classe C.

2.2.2. *Calcolo dei risparmi di energia*

I risparmi di energia di ciascuna luce esterna efficiente a LED (ΔP_i) [W] sono calcolati secondo la formula 3.

Formula 3

$$\Delta P_i = P_{B_i} - \bar{P}_{EI_i}$$

dove:

P_{B_i} è il consumo di energia della luce i del veicolo di riferimento [W];

\bar{P}_{EI_i} è il consumo di energia medio della luce i del veicolo ecoinnovativo [W].

Il consumo di energia dei diversi tipi di luci del veicolo di riferimento è definito nella tabella 3.

Tabella 3

Consumo di energia dei diversi tipi di luci del veicolo di riferimento

Luce del veicolo	Consumo di energia P_B [W]
Proiettore anabbagliante	137
Proiettore abbagliante	150
Luce di posizione anteriore	12
Luce di illuminazione della targa	12
Proiettore fendinebbia anteriore	124
Proiettore fendinebbia posteriore	26

Luce del veicolo	Consumo di energia P _B [W]
Indicatore luminoso di direzione anteriore	13
Indicatore luminoso di direzione posteriore	13
Proiettore di retromarcia	52
Luce d'angolo	44
Proiettore di svolta statico	44
Luce di ingombro (larghezza veicoli > 2,1 m)	12
Luce di posizione laterale (lunghezza veicoli > 6 m)	24

3. CALCOLO DEI RISPARMI DI CO₂

I risparmi di CO₂ sono calcolati secondo la formula 4.

Formula 4

$$C_{CO_2} = \left(\sum_{i=1}^m \Delta P_i \cdot UF_i \right) \cdot \frac{V_{Pe}}{\eta_A} \cdot \frac{CF}{v}$$

dove:

v è la velocità media di guida della WLTP, pari a 46,6 km/h;

η_A è l'efficienza dell'alternatore, pari a 0,67;

UF_i è il fattore di utilizzazione della luce i del veicolo, definito nella tabella 4;

V_{Pe} è il consumo di energia effettiva per ogni carburante approvato, definito nella tabella 5;

CF è il fattore di conversione del carburante, definito nella tabella 6.

Tabella 4

Fattore di utilizzazione delle diverse luci del veicolo

Luce del veicolo	Fattore di utilizzazione (UF)
Proiettore anabbagliante	0,33
Proiettore abbagliante	0,03
Luce di posizione anteriore	0,36
Luce di illuminazione della targa	0,36
Proiettore fendinebbia anteriore	0,01
Proiettore fendinebbia posteriore	0,01
Indicatore luminoso di direzione anteriore	0,15
Indicatore luminoso di direzione posteriore	0,15
Proiettore di retromarcia	0,01
Luce d'angolo	0,019
Proiettore di svolta statico	0,039
Luci di ingombro (larghezza > 2,1 m)	0,36
Luci laterali (lunghezza > 6 m)	0,36

Tabella 5

Consumo di energia effettiva

Tipo di motore	Consumo di energia effettiva V_{pe} [l/kWh]
Benzina/E85	0,264
Benzina/E85 turbo	0,280
Diesel	0,220
GPL	0,342
GPL turbo	0,363
	Consumo di energia effettiva V_{pe} [m ³ /kWh]
GNC (G20)	0,259
GNC (G20) turbo	0,275

Tabella 6

Fattore di conversione dei carburanti

Tipo di carburante	Fattore di conversione (CF) [g CO ₂ /l]
Benzina/E85	2 330
Diesel	2 640
GPL	1 629
	Fattore di conversione (CF) [g CO ₂ /m ³]
GNC (G20)	1 795

4. CALCOLO DELL'INCERTEZZA DEI RISPARMI DI CO₂

4.1. Metodo generale

L'incertezza dei risparmi di CO₂ (s_{CO_2}) [W] è calcolata secondo la formula 5 e non supera il 30 % dei risparmi di CO₂.

Formula 5

$$s_{CO_2} = \frac{V_{pe} \cdot CF}{\eta_A \cdot v} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m (UF_i \cdot s_{PEi})^2}$$

dove:

m è il numero di luci esterne a LED della combinazione sottoposta a prova;

s_{PEi} è il margine statistico del consumo di energia di ciascuna i -esima luce a LED montata sul veicoloecoinnovativo, calcolato secondo la formula 6.

Formula 6

$$s_{\overline{P_{EI_i}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (P_{EI_{ij}} - \overline{P_{EI_i}})^2}{n(n-1)}}$$

Nel caso dei sistemi AFS a fascio anabbagliante, il margine statistico del consumo di energia ($s_{\overline{P_{EI_{AFS}}}}$) [W] è invece calcolato secondo le formule 7 e 8.

Formula 7

$$s_{\overline{P_k}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (P_{c_j} - \overline{P_k})^2}{n(n-1)}}$$

Formula 8

$$s_{\overline{P_{EI_{AFS}}}} = \sqrt{\sum_{k=1}^K (WLTP_share \cdot s_{\overline{P_k}})^2}$$

dove:

- n è il numero di misurazioni del consumo di energia, pari ad almeno cinque misurazioni come indicato al punto 2.2.1;
- i corrisponde a ciascuna luce del veicolo;
- j indica una misurazione individuale del consumo di energia;
- $\overline{P_k}$ è la media dei valori n di P_k ;

$\overline{P_k}$

K è il numero di classi associate all'AFS a fascio anabbagliante.

5. ARROTONDAMENTO

I risparmi di CO₂ (C_{CO_2}) e l'incertezza dei risparmi di CO₂ ($s_{C_{CO_2}}$) sono arrotondati a due decimali.

Ciascun valore utilizzato nel calcolo dei risparmi di CO₂ può essere applicato senza arrotondamenti o arrotondato al numero minimo di decimali necessario affinché l'impatto combinato massimo sui risparmi (cioè l'impatto combinato di tutti i valori arrotondati) sia inferiore a 0,25 g CO₂/km.

6. CONTROLLO RISPETTO ALLA SOGLIA MINIMA DI RISPARMIO DI CO₂

L'autorità di omologazione si assicura che per ogni versione di un veicolo munito delle luci esterne efficienti a LED sia soddisfatta la soglia di riduzione minima di cui all'articolo 9, paragrafo 1, lettera b), del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014.

Al momento di verificare se il criterio della riduzione minima è soddisfatto, l'autorità di omologazione tiene conto, secondo la formula 9, dei risparmi di CO₂ di cui al punto 3 e dell'incertezza di cui al punto 4.

Formula 9

$$C_{CO_2} - s_{C_{CO_2}} \geq MT$$

dove:

MT è la soglia minima, pari a 1 g CO₂/km;

C_{CO₂} sono i risparmi di CO₂ [g CO₂/km] definiti al punto 3;

s_{CO₂} è l'incertezza dei risparmi di CO₂ calcolata conformemente al punto 4 [g CO₂/km].

7. CERTIFICAZIONE DEI RISPARMI DI CO₂

I risparmi di CO₂ che l'autorità di omologazione deve certificare a norma dell'articolo 11 del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014 (CS_{CO₂}) [g CO₂/km] sono quelli calcolati secondo la formula 10.

I risparmi di CO₂ sono registrati nel certificato di omologazione per ciascun veicolo munito delle luci esterne efficienti a LED.

Formula 10

$$CS_{CO_2} = (C_{CO_2} - s_{CO_2})$$

dove:

C_{CO₂} sono i risparmi di CO₂ quali determinati al punto 3 [g CO₂/km];

s_{CO₂} è l'incertezza dei risparmi di CO₂ calcolata conformemente al punto 4 [g CO₂/km]
