



COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM

Provincia di Salerno
AREA LL.PP.



VIABILITA' ALTERNATIVA AL PASSAGGIO A LIVELLO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI PAESTUM

Sindaco
Avv. Alfieri Francesco

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto approvato con:
Delibera di Consiglio Comunale
Delibera di Giunta Comunale
Determinazione Dirigenziale

n. _____ del ____/____/2022

Rup

Ing. Federica



Progettista

Ing. Giovanni Vito Bello



Elaborato

TAV. IMP_1.4

Oggetto dell'elaborato

Relazione I.P.E.A. - I.P.E.I.

Scale

-

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. INDICE IPEA.....	1
2.1 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea A – Calcolo Intersezione 1.....	3
2.2 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea B – Calcolo Intersezione 2.....	4
2.3 ILLUMINAZIONE PEDONALE: Zona Omogenea C – Calcolo Pedonali 1.....	4
2.4 ILLUMINAZIONE PEDONALE: Zona Omogenea D – Calcolo Plafoniera pedonale.....	4
2.5 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea E – Calcolo Plafoniera Stradale	5
2.6 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea F – Calcolo Rotatoria.....	5
2.7 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea G – Calcolo Stradale 1	6
3. INDICE IPEI.....	6

1. PREMESSA

L'indice di prestazione energetica IPEA* (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio) è un indice di qualità energetica che fa diretto riferimento alle prestazioni illuminotecniche dell'apparecchio di illuminazione, delle sue componenti principali, che contribuiscono a definire l'efficienza dello stesso, quali: la sorgente luminosa, la componente ottica, l'alimentazione.

Analogamente, l'indice IPEI* (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto) è un indice di qualità dell'impianto di pubblica illuminazione che fa riferimento sia all'apparecchio di illuminazione installato, sia alle caratteristiche al contorno che definiscono la geometria dell'impianto (come interasse fra punti luce e larghezza della strada).

Entrambi gli indici suddetti sono normati dal Decreto del Ministro dell'Ambiente del 18 ottobre 2017 recante *"Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica e per l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica"*.

2. INDICE IPEA

L'indice IPEA* che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

$$IPEA^* = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

con η_a = efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, che si calcola come segue:

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{app}} [lm / W]$$

in cui:

Φ_{app} (lm) flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza;

P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

Dff frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°;

η_r = efficienza globale di riferimento i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono.

Il D. M. dell'Ambiente del 18 ottobre 2017 in precedenza richiamato stabilisce che gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026.

Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
An+	$IPEA^* \bullet 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \text{ " } IPEA^* < 1,40$
A+	$1,20 \text{ " } IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \text{ " } IPEA^* < 1,20$
B	$1,00 \text{ " } IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \text{ " } IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \text{ " } IPEA^* < 0,85$
E	$0,55 \text{ " } IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \text{ " } IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

L'efficienza globale di riferimento è riportata nelle tabelle che seguono, tenuto conto della tipologia d'illuminazione

Illuminazione stradale		
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	$P \leq 65$	73
$65 < P \leq 85$	$65 < P \leq 85$	75
$85 < P \leq 115$	$85 < P \leq 115$	83
$115 < P \leq 175$	$115 < P \leq 175$	90
$175 < P \leq 285$	$175 < P \leq 285$	98
$285 < P \leq 450$	$285 < P \leq 450$	100
$450 < P$	$450 < P$	100

Illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P < 65$	70
$65 < P < 85$	70
$85 < P < 115$	70
$115 < P < 175$	72
$175 < P < 285$	75
$285 < P < 450$	80
$450 < P$	83

Illuminazione di pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
P < 65	75
65 < P < 85	80
85 < P < 115	85
115 < P < 175	88
175 < P < 285	90
285 < P < 450	92
450 < P	92

Illuminazione di aree verdi	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
P < 65	75
65 < P < 85	80
85 < P < 115	85
115 < P < 175	88
175 < P < 285	90
285 < P < 450	92
450 < P	92

Gli apparecchi d'illuminazione utilizzati nel progetto di che trattasi sono conformi ai CAM 2017, come dimostrato dagli attestati e dalle schede tecniche allegate.

Quale ulteriore dimostrazione, nel presente documento, sono riportati gli indici IPEA* degli apparecchi previsti, che forniscono evidenza del rispetto dei requisiti minimi conseguito dal progetto proposto.

2.1 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea A – Calcolo Intersezione 1

Apparecchio di illuminazione GMR Enlights - Cod. OR4_GL04_600_4K_3C - stradale- sorgente 4.000 °K; 4.534 lm; 32,00 W sistema; efficienza sistema 141,68 lm/W.

DATI APPARECCHIO

Produttore	GMR Enlights
Codice armatura	OR4_GL04_600_4K_3C
Sorgente luminosa	LED
Temperatura colore	4.000 °K
Potenza totale apparecchio	32,00 W
Flusso totale	4.534 lm
Efficienza globale apparecchio η_a	142 lm/W
Efficienza globale di riferimento η_r	70 lm/W
INDICE IPEA*	2,02
CLASSE ENERGETICA APPARECCHIO	A9+

2.2 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea B – Calcolo Intersezione 2

Apparecchio di illuminazione GMR Enlights - Cod. OR4_LA24_ZB_400_4K_2A - stradale– sorgente 4.000 °K; 4.877 lm; 30,00 W sistema; efficienza sistema 162,56 lm/W.

DATI APPARECCHIO

Produttore	GMR Enlights
Codice armatura	OR4_LA24_ZB_400_4K_2A
Sorgente luminosa	LED
Temperatura colore	4.000 °K
Potenza totale apparecchio	30,00 W
Flusso totale	4.877 lm
Efficienza globale apparecchio η_a	162,56 lm/W
Efficienza globale di riferimento η_r	75 lm/W
INDICE IPEA*	2,16
CLASSE ENERGETICA APPARECCHIO	A10+

2.3 ILLUMINAZIONE PEDONALE: Zona Omogenea C – Calcolo Pedonali 1

Apparecchio di illuminazione GMR Enlights - Cod. OR4_LA08_ZB_400_4K_3H – pedonale – sorgente 4.000 °K; 1634 lm; 11,00 W sistema; efficienza sistema 148,54 lm/W.

DATI APPARECCHIO

Produttore	GMR Enlights
Codice armatura	OR4_LA08_ZB_400_4K_3H
Sorgente luminosa	LED
Temperatura colore	4.000 °K
Potenza totale apparecchio	11,00 W
Flusso totale	1.634 lm
Efficienza globale apparecchio η_a	148,54 lm/W
Efficienza globale di riferimento η_r	75 lm/W
INDICE IPEA*	1,98
CLASSE ENERGETICA APPARECCHIO	A8+

2.4 ILLUMINAZIONE PEDONALE: Zona Omogenea D – Calcolo Plafoniera pedonale

Apparecchio di illuminazione GMR Enlights - Cod. Hx1_RF03_SA_350_4K_R3B – pedonale – sorgente 4.000 °K; 2.233 lm; 15,00 W sistema; efficienza sistema 148,86 lm/W.

DATI APPARECCHIO

Produttore	GMR Enlights
Codice armatura	Hx1_RF03_SA_350_4K_R3B
Sorgente luminosa	LED
Temperatura colore	4.000 °K
Potenza totale apparecchio	15,00 W

Flusso totale	2.233 lm
Efficienza globale apparecchio η_a	149,00 lm/W
Efficienza globale di riferimento η_r	75 lm/W
INDICE IPEA*	1,98
CLASSE ENERGETICA APPARECCHIO	A8+

2.5 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea E – Calcolo Plafoniera Stradale

Apparecchio di illuminazione GMR Enlights - Cod. Hx1_RF03_SA_350_4K_R3C – stradale – sorgente 4.000 °K; 2.233 lm; 15,00 W sistema; efficienza sistema 148,86 lm/W.

DATI APPARECCHIO

Produttore	GMR Enlights
Codice armatura	Hx1_RF03_SA_350_4K_R3B
Sorgente luminosa	LED
Temperatura colore	4.000 °K
Potenza totale apparecchio	15,00 W
Flusso totale	2.233 lm
Efficienza globale apparecchio η_a	149,00 lm/W
Efficienza globale di riferimento η_r	73 lm/W
INDICE IPEA*	2,04
CLASSE ENERGETICA APPARECCHIO	A9+

2.6 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea F – Calcolo Rotatoria

Apparecchio di illuminazione GMR Enlights - Cod. TA2_GL10_SA_1050_4K_1C – stradale – sorgente 4.000 °K; 17.145 lm; 136,00 W sistema; efficienza sistema 126,06 lm/W.

DATI APPARECCHIO

Produttore	GMR Enlights
Codice armatura	TA2_GL10_SA_1050_4K_1C
Sorgente luminosa	LED
Temperatura colore	4.000 °K
Potenza totale apparecchio	136,00 W
Flusso totale	17.145 lm
Efficienza globale apparecchio η_a	126,00 lm/W
Efficienza globale di riferimento η_r	72 lm/W
INDICE IPEA*	1,75
CLASSE ENERGETICA APPARECCHIO	A6+

2.7 ILLUMINAZIONE STRADALE: Zona Omogenea G – Calcolo Stradale 1

Apparecchio di illuminazione GMR Enlights - Cod. OR4_GL06_500_4K_3C – stradale – sorgente 4.000 °K; 5.859 lm; 39,00 W sistema; efficienza sistema 150,23 lm/W.

DATI APPARECCHIO

Produttore	GMR Enlights
Codice armatura	OR4_GL06_500_4K_3C
Sorgente luminosa	LED
Temperatura colore	4.000 °K
Potenza totale apparecchio	39,00 W
Flusso totale	5.859 lm
Efficienza globale apparecchio η_a	150,00 lm/W
Efficienza globale di riferimento η_r	73 lm/W
INDICE IPEA*	2,06
CLASSE ENERGETICA APPARECCHIO	A9+

3. INDICE IPEI

Per valutare l'indice di prestazione energetica dell'intero impianto di pubblica illuminazione, in funzione della classe illuminotecnica, va calcolato l'indice IPEI*: Tale indice così come definito nel D.M. 27/09/17, indica la prestazione energetica degli impianti di pubblica illuminazione e permette di confrontare diversi impianti a parità di condizioni al contorno.

Con riferimento alla tabella che segue, l'impianto di illuminazione pubblica deve avere l'indice IPEI* maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+ a partire dall'anno 2026.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEI*
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$

L'indice IPEI* che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

con D_p = Densità di Potenza di progetto, che si calcola come segue:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \cdot \frac{0,80}{MF_i} \cdot A_i \right)}$$

in cui:

P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

\bar{E}_i (lx) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI 13201-2.

MF_i coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima.

A_i area i-esima illuminata.

n : numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro REI non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata).

$D_{p,R}$ Densità di Potenza di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle seguenti.

Per le categorie illuminotecniche basate sulla luminanza (M), l'illuminamento orizzontale medio mantenuto (\bar{E}_i) da utilizzare per il calcolo della densità di potenza (D_p) deve essere la media dei valori di illuminamento calcolati sulla stessa griglia dei punti utilizzati per il calcolo della luminanza in conformità alla EN 13201-3. In alternativa, se risulta impossibile effettuare il calcolo dell'illuminamento orizzontale medio mantenuto secondo la modalità sopra descritta, qualora sia stato utilizzato un manto stradale di classe C2 per il calcolo della luminanza media mantenuta, si può utilizzare la formula semplificata:

$$\bar{E}_i = \frac{L_i}{0,07}$$

Nel caso in cui il medesimo ambito presenti più aree, di cui una o più aventi categorie illuminotecniche di progetto differenti, va utilizzata come Densità di Potenza di riferimento quella relativa alla classe illuminotecnica più gravosa fra gli ambiti considerati (ovvero quella con Densità di Potenza di riferimento minore).

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di Densità di Potenza di riferimento riferiti alle categorie illuminotecniche di progetto secondo la norma UNI 13201-2:

Illuminazione stradale - Categoria illuminotecnica M	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m ²]
M1	0,035
M2	0,037
M3	0,040
M4	0,042
M5	0,043
M6	0,044

Illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m ²]
C0	0,030
C1	0,032
C2	0,034
C3 (P1)	0,037
C4 (P2)	0,039
C5 (P3)	0,041
(P4)	0,043
(P5)	0,045
(P6)	0,047
(P7)	0,049

Illuminazione di aree pedonali o ciclabili Categoria illuminotecnica P (o C)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m ²]
C0	0,039
C1	0,042
C2	0,044
C3 (P1)	0,048
C4 (P2)	0,051
C5 (P3)	0,053
(P4)	0,056
(P5)	0,059
(P6)	0,061
(P7)	0,064

Si riportano, di seguito, i valori IPEI* calcolati per i vari impianti di pubblica illuminazione:

Zona Omogena	C. illuminotecnico	Dp	Dprif.	IPEI*	Classe energetica
A	Intersezione 1	0,011	0,037	0,29	A5+
B	Intersezione 2	0,009	0,037	0,24	A6+
C	Pedonali 1	0,013	0,039	0,33	A5+
D	Plafoniera pedonale	0,012	0,039	0,31	A5+
E	Plafoniera stradale	0,011	0,042	0,26	A5+
F	Rotatoria	0,011	0,037	0,29	A5+
G	Stradali 1	0,018	0,042	0,42	A4+