



COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM

(provincia di Salerno)

Opera

**Adeguamento, Ampliamento ed Efficientamento energetico
dell'impianto di Pubblica Illuminazione Comunale 1° LOTTO
funzionale**

Livello progettuale

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato				Scala
Tav. 1		RELAZIONE GENERALE		//
				AREA V
		PRIMA EMISSIONE		Ing. C. GRECO
Data	Rev.	Descrizione		Redattore

Verificato:

Visto:

Approvato:

Progetto



INDICE

1.PREMESSA.....	3
2.ZONE OGGETTO DI INTERVENTO.....	3
3.CONTENUTO DEL PROGETTO ESECUTIVO REDATTO AI SENSI DELL’ART. 33 DEL D.P.R. 207/20104	
4.NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO	5
5.FUNZIONALITA’	6
6.SICUREZZA.....	7
7.ESTETICA.....	7
8.CONTESTO AMBIENTALE.....	8
9.AFFIDABILITA’	8
10.CRITERI DI QUALITA’ NELL’ILLUMINAZIONE STRADALE.....	9
11.INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE.....	10
12.CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO	10
13.RISPONDENZA AI CRITERI MINIMI AMBIENTALI	11



1. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di descrivere le caratteristiche tecniche ed i criteri adottati nella progettazione di livello esecutivo circa il dimensionamento degli impianti di illuminazione esterna (da collegare alla rete pubblica) previsti per i lavori di “Adeguamento, ampliamento ed efficientamento energetico dell’impianto di pubblica illuminazione Comunale 1° LOTTO FUNZIONALE” da realizzarsi nel Comune di Capaccio Paestum (SA).

L’ intervento consiste essenzialmente in un adeguamento dell’esistente e ampliamento degli impianti di pubblica illuminazione in tratti stradali che allo stato attuale si presentano totalmente sprovvisti di detti impianti, nonché l’efficientamento mediante l’utilizzo di nuovi corpi illuminanti a tecnologia LED. L’ illuminazione pubblica è parte integrante della gestione amministrativa del territorio comunale, da un lato è al servizio della comunità e delle società locali mentre dall’altro promuove lo sviluppo economico, migliora la sicurezza della viabilità e la sicurezza psicologica ed emotiva dei pedoni e dei cittadini residenti, nonché migliora il comfort abitativo ed ambientale. Illuminare un oggetto, una scena o un intero centro urbano non può significare solo “dare luce”; significa piuttosto adottare la luce come linguaggio, come espressione e strumento di miglioramento. Nei compiti del “Comune” vi è quello di provvedere all’illuminazione cittadina. La attuale normativa armonizzata Europea disciplina non soltanto l’illuminazione delle strade a traffico motorizzato, ma anche l’illuminazione di parchi e giardini, aree pedonali e delle eventuali iniziative private. Sul piano tecnico essi devono seguire un’unica logica e in armonia con le altre scelte urbanistiche. Il settore dell’illuminazione pubblica è un punto di partenza ideale per una politica di risparmio energetico perché la qualità del servizio è immediatamente “visibile” ai cittadini e può contribuire in modo concreto a migliorare la sostenibilità ambientale del nostro stile di vita. L’impianto oggetto del presente intervento è destinato a fornire l’illuminazione ad un tratto che rappresenta un’arteria principale per il traffico veicolare: l’accessibilità al pubblico del tratto considerato impone inoltre alcuni provvedimenti quali segnaletica, barriere e quant’altro a mettere l’area di cantiere in sicurezza. Con riferimento alle caratteristiche elettriche e meccaniche, il principale riferimento normativo è costituito dalla Norma CEI 64-7.

2. ZONE OGGETTO DI INTERVENTO

Le zone interessate alle opere appartenenti al territorio comunale di Capaccio Paestum (SA) si possono sintetizzare in Località Laura (Via Sterpinia, Via Francesco Gregorio, Via Posidonia), Località Capaccio Scalo, Via Feudo La Pila/Vignone, Località Chiorbo, Località Licinella, Località Spinazzo. Di seguito si rappresenta un elenco puntuale dei tratti stradali oggetto di adeguamento, ampliamento ed efficientamento degli impianti di pubblica illuminazione:

- Via A. Vespucci;
- Via delle Peonie;
- Via delle Ortensie;
- Via dei Garofani;
- Via dei Gladioli;
- Via dei Platani;
- Via delle Magnolie;
- Via degli Oleandri;
- Via Colonnello Barresi;
- Via dei Tulipani;
- Via delle Margherite;
- Via delle Mimose;
- Via delle Acacie;



- Viale dei Pini;
- Via Terra delle Rose;
- Via G. Giolitti;
- Via G. Salvemini;
- Via Aldo Moro;
- Via Feudo la Pila;
- Via Capaccio Paestum SP168;
- Via Andrea Mantegna;
- Via Guido Masaccio,
- Via Vecelio;
- Via Dante Alighieri;
- Via Giacomo Leopardi;
- Via Fuscillo/Via Spinazzo.

Tali impianti saranno collegati su quadri elettrici di comando, controllo e protezione già esistenti e numerati come 3 (Quadrivio Laura), 6 (Via Sterpinia/Via Marco Polo), 8 (Via Sterpinia/Via dei Glicini), 9 (Via Poseidonia/Shuman), 13 (Via Mantegna), 14 (Via Licinella/Paolo Uccello), 19 (Via Spinazzo/Svincolo), 24 (Magna Graecia/Maisto), 29 (Magna Graecia/Natella), 30 (Viale della Repubblica), 56 (Quadrivio Chiorbo), 67 (Via Procuzzi) : è prevista l’installazione di numero 3 quadri nuovi contrassegnati con i numeri 69 (Via G. Salvemini), 70 (Via Feudo La Pila), 71 (Via Spinazzo). Per una descrizione più dettagliata e puntuale di tutte le zone oggetto di intervento si rimanda all’elaborato del progetto esecutivo “9. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO” dove, per ogni singola strada, vengono illustrate tutte le lavorazioni previste con questo intervento.

3. CONTENUTO DEL PROGETTO ESECUTIVO REDATTO AI SENSI DELL’ART. 33 DEL D.P.R. 207/2010

Il progetto la cui valenza è di tipo esecutiva non richiederà alcuna variante sostanziale, al fine di rendere l’opera immediatamente realizzabile: esso conterrà, al fine di ottemperare a quanto richiesta dal DPR 207/2010, i seguenti elaborati e/o tavole grafiche:

1. RELAZIONE GENERALE

2. RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA

TAV. 3.1a – Via A. Vespucci (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1b – Via delle Peonie, Via delle Ortensie, Via dei Garofani, Via dei Gladioli, Via dei Platani, Via delle Magnolie, Via degli Oleandri, Via Colonnello Barresi, Via dei Tulipani, Via delle Margherite - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1c – Via delle Mimose, Via delle Acacie, Viale dei Pini - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1d – Via Terra delle Rose - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1e – Via G. Giolitti, Via G. Salvemini - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1f - Via Aldo Moro - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1g – Via Feudo la Pila - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1h – Via Capaccio Paestum SP168- (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1i – Via A. Mantegna, Via Guido Masaccio, Via Vecelio, Via Dante Alighieri, Via G. Leopardi - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.1l – Via Fuscillo/Via Spinazzo - (STATO DI FATTO)

TAV. 3.2a – Via A. Vespucci (STATO DI PROGETTO)

TAV. 3.2b – Via delle Peonie, Via delle Ortensie, Via dei Garofani, Via dei Gladioli, Via dei Platani, Via delle Magnolie, Via degli Oleandri, Via Colonnello Barresi, Via dei Tulipani, Via delle Margherite - (STATO DI PROGETTO)



- TAV. 3.2c – Via delle Mimose, Via delle Acacie, Viale dei Pini - (STATO DI PROGETTO)
TAV. 3.2d – Via Terra delle Rose - (STATO DI PROGETTO)
TAV. 3.1e – Via G. Giolitti, Via G. Salvemini - (STATO DI PROGETTO)
TAV. 3.1f - Via Aldo Moro - (STATO DI PROGETTO)
TAV. 3.2f – Via Feudo la Pila - (STATO DI PROGETTO)
TAV. 3.2g – Via Capaccio Paestum SP168- (STATO DI PROGETTO)
TAV. 3.2h – Via A. Mantegna, Via Guido Masaccio, Via Vecelio, Via Dante Alighieri, Via G. Leopardi - (STATO DI PROGETTO)
TAV. 3.2i – Via Fuscillo/Via Spinazzo - (STATO DI PROGETTO)
4. CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI
5. PIANO DI MANUTENZIONE DELL’OPERA E DELLE SUE PARTI
6. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO
7. ONERI DELLA SICUREZZA SPECIFICA
8. QUADRO DI INCIDENZA DELLA MANODOPERA
9. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
10. ONERI SICUREZZA DA COMPUTO METRICO
11. QUADRO ECONOMICO
12. CRONOPROGRAMMA
13. ELENCO DEI PREZZI UNITARI
14. ANALISI NUOVI PREZZI
15. CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

4. NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO

Gli interventi di cui al presente progetto sono in grado di rispettare sia le norme tecniche relative all'illuminazione delle strade con traffico motorizzato, sia le prescrizioni della legge Regionale n.12/2002 in ordine al risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso e sue successive modificazioni.

Le norme di riferimento sono le seguenti:

Leggi

Legge 186/1968: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, installazioni e impianti elettrici ed elettronici

Norme CEI

CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione

CEI 34: Lampade e relative apparecchiature

CEI 34-33, 2003: Apparecchi di illuminazione (Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale)

CEI 34-33/V1, 2005: Apparecchi di illuminazione (Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale)

CEI 64-8/V1, 2008: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua

Norme UNI

UNI 10819, 1999: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

UNI 11095, 2011: Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali

UNI 11248, 2007: Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche



UNI 11431, 2011:	Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
Norme UNI EN	
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
Raccomandazioni CIE	
Fascicolo n° 80 del 1990:	guida per l’illuminazione di gallerie stradali e sottopassi
Fascicolo n° 12 del 1992:	guida all’illuminazione di aree urbane
Fascicolo n° 115 del 1995:	raccomandazioni per l’illuminazione di strade per traffico motorizzato e pedonale
Fascicolo n° 126 del 1997:	guida per minimizzare l’inquinamento luminoso del cielo
Fascicolo n° 154 del 2003:	guida alla manutenzione dei sistemi per l’illuminazione di esterni
Piani, raccomandazioni e guide	
AIDI 1993:	Raccomandazioni per l’illuminazione pubblica
AIDI 1998:	Guida per il Piano Regolatore Comunale dell’illuminazione Pubblica
CESI RICERCA, 28.02.2009:	Linee Guida Operative per la realizzazione di impianti di Pubblica Illuminazione

5. FUNZIONALITA’

L’illuminazione pubblica deve permettere agli utenti della strada di circolare nelle ore notturne con facilità e sicurezza; l’analisi delle esigenze visive che caratterizzano le diverse categorie di utenti costituisce pertanto la premessa per una razionale impostazione del progetto. Il concetto di funzionalità è piuttosto differente per l’automobilista o per il pedone. Per il primo si tratta di percepire distintamente, localizzandoli con certezza e in tempo utile, i punti singolari del percorso (incroci, curve, ecc.) e gli ostacoli eventuali, per quanto possibile senza l’aiuto dei proiettori di profondità e anabbaglianti. Per il pedone sono essenziali la visibilità distinta dei bordi del marciapiede, dei veicoli e degli ostacoli nonché l’assenza di zone d’ombra troppo marcate. La presenza e la forma degli oggetti sono percepiti in virtù dei contrasti di luminanza e di colore. Normalmente nella visione diurna i due tipi di contrasto coesistono mentre in quella notturna il contributo del contrasto di colore praticamente si annulla; il problema fondamentale dell’illuminotecnica si riduce pertanto a quello di produrre sulla strada i contrasti di luminanza sufficienti a fornire una chiara immagine della stessa e degli oggetti presenti su di essa. La possibilità di percepire tali contrasti è influenzata dal livello medio di luminanza, dalla sua uniformità e dall’abbagliamento prodotto dai centri luminosi. Questi parametri costituiscono le principali caratteristiche per determinare se l’illuminazione è di qualità. L’uniformità di luminanza garantisce che l’immagine della strada sia fornita in modo chiaro e senza incertezze fornendo visibilità e conforto visivo al guidatore. Esiste una relazione tra il livello di luminanza e i requisiti di uniformità: quando il livello di luminanza aumenta detti requisiti risultano meno stringenti. Inoltre l’impressione soggettiva concernente la qualità di un’installazione dipende da altri fattori quali l’intervallo tra i centri luminosi e la loro disposizione. L’uniformità di luminanza di una superficie stradale illuminata si modifica anche in funzione delle condizioni atmosferiche, peggiorando con fondo bagnato. Per una circolazione sicura è necessario che il tracciato della strada, i suoi bordi, gli eventuali incroci e gli altri punti speciali devono essere resi visibili. L’impianto deve pertanto incrementare la visibilità della strada in rapporto ai fianchi stradali nonché la visibilità dei mezzi destinati a contribuire alla guida, quali la segnaletica orizzontale e le barriere di sicurezza



(“guida visiva”), inoltre, tramite l’idonea disposizione degli apparecchi illuminati, il tracciato della strada e l’avvicinamento ad incroci o altri punti speciali, deve essere percepibile ad una distanza sufficiente (“guida ottica”). Un uso ottimale delle possibilità che gli impianti di illuminazione stradale possono offrire ai fini della guida visiva e ottica è altrettanto importante per la sicurezza e il comfort della circolazione quanto il livello di luminanza, l’uniformità o la limitazione dell’abbagliamento.

6. SICUREZZA

Gli impianti di illuminazione sono installati in condizioni di esposizione alle intemperie; inoltre sono accessibili ad un numero elevato di persone; infine richiedono interventi ad altezze notevoli da terra e su strade anche a traffico veicolare intenso e veloce: questi fatti rendono particolarmente stringenti i requisiti delle norme per la prevenzione degli infortuni. In particolare tutti i materiali ed apparecchi devono essere costruiti e installati a regola d’arte e l’esecuzione degli impianti deve essere affidata a imprese qualificate. Tutte le parti in tensione dell’impianto, comunque accessibili, devono essere protette contro i contatti diretti; tutte le parti metalliche, comunque accessibili, che per difetto di isolamento possono andare in tensione, devono essere protette contro i contatti indiretti. I componenti dei centri luminosi, in particolare le lampade, i rifrattori, gli schermi e gli accessori elettrici, devono consentire una facile sostituzione in opera ma soprattutto devono essere rigorosamente sicuri agli effetti delle cadute a seguito di oscillazioni, proprie del sostegno provocate dal vento o dal traffico pesante. I sostegni devono essere dimensionati in modo da resistere al carico della neve sull’apparecchio e alla spinta del vento. Inoltre la loro ubicazione dovrà essere tale da evitare il più possibile la probabilità che i veicoli possano entrare in collisione. La distanza dalla carreggiata dei sostegni che reggono i centri luminosi deve conseguentemente aumentare con la velocità media del traffico.

7. ESTETICA

L’insieme delle strutture che costituiscono il contesto ambientale esterno è definito “arredo urbano” e si identifica essenzialmente negli oggetti, componenti o elementi che caratterizzano lo spazio urbano. Tra questi innumerevoli elementi l’illuminazione pubblica è di primaria importanza e si distingue dagli altri per il ruolo bivalente che la caratterizza: nelle ore diurne costituisce una componente strutturale inserita nel contesto urbano mentre in quelle notturne rappresenta la componente principale che permette di individuare visivamente tutte le altre e la prosecuzione delle attività umane in condizioni ottimali. Per questo motivo assume particolare rilievo il profilo dei centri luminosi, il colore delle sorgenti luminose, oltre ovviamente ai valori di illuminamento sia sul piano orizzontale che, più limitatamente, su quello verticale. Considerando che la proporzionalità di un centro luminoso è dato dal rapporto fra l’altezza del sostegno e le dimensioni dell’apparecchio di illuminazione, occorre fare una distinzione fra centri luminosi le cui altezze sono comprese tra 3-5 m (lampioni), 8-12 m (centri stradali medi) e 15-20 m (centri a grande altezza). Il rapporto fra dimensioni dell’apparecchio e sostegno non deve essere né troppo grande né troppo piccolo. Per i centri stradali medi o a grande altezza bisogna tener presente l’effetto prospettiva, che deforma le proporzioni e, a questo fine, è molto significativa la forma dell’apparecchio: a parità di dimensioni l’impressione prospettica è diversa fra alcune forme, per esempio fra la tonda e la poligonale. Per questa ragione alcuni parametri di progetto, quali l’altezza e la sporgenza, devono essere prefissati anche in funzione del tipo costruttivo di apparecchio che si pensa di impiegare, prima di prenderne in esame le sue caratteristiche fotometriche e sviluppare il calcolo illuminotecnico. Diversamente si rischia di avere un ottimo impianto dal punto di vista funzionale ma antiestetico durante il giorno. Per i lampioni l’obiettivo è di avere un palo di forma leggera. La sezione circolare si presta in genere bene a tale scopo ed è preferibile che il profilo sia cilindrico anziché rastremato. Per i centri di media e grande altezza la sezione del palo è fondamentale ai fini della stabilità. Allo scopo di conservare



delle proporzioni che diano leggerezza al profilo e consentano il raccordo tra la sommità del palo e il codolo per il fissaggio degli apparecchi, si ricorre a profili tronco-conici oppure a rastremature regolarmente intervallate.

8. CONTESTO AMBIENTALE

Si tratta a questo punto di esaminare i centri luminosi non più come oggetti isolati bensì in rapporto al contesto ambientale ovvero ad uno spazio dalle caratteristiche più diverse nel quale l’impianto deve diventare parte integrante. Nella visione notturna sarà di interesse prevalente la geometria dell’installazione e un accurato allineamento degli apparecchi di illuminazione. Questi fattori sono comunque richiesti anche dal punto di vista della funzionalità dell’impianto e della guida visiva, soprattutto per strade a grande circolazione ma ciò che di notte sembra valido di giorno può assumere un aspetto deprecabile. Un tipo di contrasto nasce solitamente dalla presenza di certe tipologie di pali, evidentemente standard, a ridosso o in vicinanza delle facciate. E’ quindi da evitare, per quanto possibile, la posa di pali quando gli apparecchi possono essere posti a parete, con bracci di modesta sporgenza. Nelle strade di particolare interesse può essere opportuna l’installazione di apparecchi speciali a proiezione fissati direttamente sulle pareti o sotto i cornicioni in modo che di giorno siano non immediatamente visibili; diversamente si può ricorrere a lanterne su sbracci di linea adeguata. Nella visione diurna inoltre i centri luminosi non dovrebbero interferire con il campo di osservazione di importanti edifici quali chiese, palazzi storici, ecc. o di paesaggi rilevanti. Se i pali sono in ogni caso necessari essi devono essere posti in vicinanza di alberi o altri preesistenti ostacoli in modo da non interferire ulteriormente nella visione d’insieme. In questo senso è importante l’altezza del centro luminoso in rapporto agli oggetti vicini. In certi casi può essere opportuno adottare centri luminosi bassi (lampioni) in modo da lasciare intatta la funzione estetica del contesto; tuttavia i parametri dell’impianto devono essere modificati per cui il numero dei centri e il costo globale dell’impianto sono destinati ad aumentare. I centri luminosi installati in un impianto, e in particolare su singole zone o vie aventi aspetto continuo, devono essere simili tra loro. Tale criterio di omogeneità interessa in primo luogo la forma dei centri e cioè l’altezza, la forma del sostegno e quella dell’apparecchio. Per quanto riguarda l’altezza di installazione il problema si presenta, per esempio, nel passare da centri di potenza maggiore a quelli di potenza inferiore lungo una stessa strada di attraversamento dell’abitato. Applicando i puri criteri illuminotecnici, a minor potenza sarebbe opportuno associare un’altezza inferiore tuttavia, ove l’ambiente lo richieda, si ritiene opportuno trascurare l’aspetto tecnico a favore di quello estetico mantenendo i centri di minor potenza ad altezza superiore al dovuto.

9. AFFIDABILITA’

Affidabilità significa che, nel corso di un esercizio di lunga durata, le funzioni dell’impianto continuino a svolgersi senza inconvenienti e senza guasti. Data l’importanza psicologica del funzionamento regolare degli impianti di illuminazione e dati i costi elevati degli interventi di riparazione, l’affidabilità rappresenta uno dei requisiti più importanti dell’illuminazione pubblica. Che l’impianto risponda alle norme CEI, cioè che non sia pericoloso, è condizione sufficiente a garantirne la sicurezza ma ciò non è sufficiente ai fini dell’affidabilità per la quale si richiede un funzionamento corretto sul lungo periodo. Un aspetto fondamentale in grado di influire sull’affidabilità riguarda il sistema adottato per la protezione contro i contatti indiretti. A tale riguardo le norme CEI prevedono che gli impianti possano essere realizzati sia con protezione mediante interruzione automatica del circuito, nel caso specifico con impiego di componenti di classe I, sia con impiego di componenti di classe II (isolamento doppio o rinforzato). La realizzazione di impianti con componenti di classe I comporta la costruzione dell’impianto di terra oltre che l’installazione di un’adeguata protezione coordinata con lo stesso; in genere è indispensabile abbinare un interruttore differenziale. Questo implica l’aggiunta di due ulteriori elementi di inaffidabilità, oltre che di



onerosità, rispetto all’impianto di classe II. In primo luogo l’impianto di terra deve essere mantenuto in efficienza; ciò comporta, nel rispetto del D.P.R. 462/01, la relativa denuncia alle autorità competenti e che l’impianto sia sottoposto a verifica periodica da parte di organismi abilitati. In secondo luogo l’installazione di interruttori differenziali, oltre alla necessità di sottoporli periodicamente a prove di affidabilità, può dare luogo ad interventi intempestivi degli stessi per effetto di sovratensioni di origine atmosferica. Alcune cause di riduzione della funzionalità dell’impianto sono difficilmente determinabili; esse possono manifestarsi inizialmente e persistere durante tutta la vita dell’impianto, sia perché di effetto così scarso da non avere effetti pratici, sia perché la loro compensazione è troppo onerosa. Si annoverano: - variazioni di tensione; - temperatura di esercizio; - taratura degli alimentatori; - deterioramento delle superfici ottiche; - variazioni del contesto fisico; - mortalità dei componenti elettrici; - decadimento luminoso delle lampade; - decadimento luminoso degli apparecchi; - taratura del fotocomando; - guasti casuali (incidenti, vandalismi, manutenzioni improprie, difetti congeniti). La notevole molteplicità di cause che possono pregiudicare il corretto funzionamento dell’impianto e quindi la sua affidabilità, impone un’analisi dettagliata delle stesse. Legata entro certi limiti alla sicurezza, l’affidabilità è in definitiva frutto di diversi provvedimenti tecnici quali la selezione dei materiali, le statistiche di esercizio e l’adozione di buone tecniche impiantistiche. Vi è poi il problema della manutenzione che richiederebbe un’ampia trattazione: è opportuno tenere presente che un’accurata pulizia e un ricambio delle lampade periodici sono indispensabili per mantenere i livelli di illuminamento entro i minimi di esercizio. Questo aspetto è significativo anche ai fini del contenimento degli sprechi energetici. Questi accorgimenti consentono infatti di ridurre gli interventi sugli impianti in esercizio ad entità accettabili e relativamente onerose nonché di garantire una durata degli impianti per un numero di anni sufficientemente elevato da non rendere antieconomico l’investimento.

10. CRITERI DI QUALITA’ NELL’ILLUMINAZIONE STRADALE

La norma UNI 11248 “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche” indica i requisiti illuminotecnici qualitativi e quantitativi da considerare nel progetto degli impianti d’illuminazione stradale; essa è applicabile a tutte le strade rettilinee o in curva, siano esse urbane o extraurbane, con traffico esclusivamente motorizzato o misto.

Le grandezze fotometriche cui fare riferimento per garantire un corretto compito visivo agli utenti delle strade sono:

- luminanza media mantenuta del manto stradale (L_m [cd/m^2]);
- uniformità generale (U_0) e Longitudinale (U_l) di detta luminanza;
- indice di abbagliamento debilitante causato dall’installazione (TI [%]);
- spettro di emissione delle lampade; - guida ottica.

Livello di luminanza. Dal livello di luminanza dipende il potere di rivelazione, inteso come percentuale di un insieme definito di oggetti percepibile dal conducente in ogni punto della strada. Il potere di rivelazione aumenta all’aumentare della luminanza media del manto stradale, con andamento dipendente dall’uniformità e dal grado di abbagliamento debilitante prodotto dall’impianto. **Uniformità di luminanza.** Generalmente, il parametro utilizzato per descrivere la distribuzione delle luminanze sulla superficie stradale il rapporto $U_0 = L_{\min}/L_m$, dove L_{\min} è la luminanza puntuale minima e L_m è quella media sull’intera superficie stradale. Il potere di rivelazione cresce con U_0 , con andamento dipendente anche dal grado di abbagliamento debilitante. **Abbagliamento debilitante.** L’effetto dell’abbagliamento debilitante è quello di ridurre notevolmente il potere di rivelazione. Il parametro generalmente utilizzato per quantificare l’abbagliamento debilitante è l’indice TI . **Spettro di emissione delle lampade.** I tipi di sorgenti luminose ritenuti idonei per l’illuminazione stradale sono numerosi e differiscono considerevolmente tra di loro per la



composizione spettrale della luce emessa. La “distanza di visibilità” dipende sensibilmente dallo spettro di emissione. Dallo spettro di emissione dipendono:

- l’acuità visiva;
- l’impressione di luminosità a parità di luminanza della superficie stradale;
- la velocità di percezione;
- il tempo di recupero visivo dopo essere stati soggetti ad abbagliamento.

Guida ottica. Per guida ottica s’intende la capacità di un impianto di illuminazione di dare all’utente un’immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire fino ad una distanza che dipende dalla massima velocità permessa su quel tronco di strada. La guida ottica contribuisce alla sicurezza e alla facilità della guida. Pertanto essa è particolarmente importante per le intersezioni. Tra i fattori che influiscono sulla guida ottica nelle intersezioni vi sono il colore della luce, l’altezza dei pali, il livello di luminanza, la disposizione dei centri luminosi. I valori di tali grandezze sono riportati in funzione dell’indice della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, a sua volta dipendente dalla classificazione della strada in funzione del tipo di traffico. La norma raccomanda inoltre che sia evitata ogni discontinuità ad eccezione dei punti singolari intenzionalmente introdotti per attirare l’attenzione dei conducenti. La successione dei centri luminosi, l’intensità ed il colore della luce emessa devono cioè garantire la cosiddetta “guida ottica” (o visiva) cioè dare all’utente un’immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

11. INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Ai fini della progettazione illuminotecnica risulta fondamentale definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito. A questo scopo si definiscono le seguenti categorie:

- a) Categoria illuminotecnica di ingresso per l’analisi dei rischi: tale categoria deriva direttamente dalle leggi e dalle norme di settore, la classificazione non è normalmente di competenza del progettista ma lo stesso può aiutare nell’individuazione della corretta classificazione;
- b) Categoria illuminotecnica di progetto: dipende dall’applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell’impianto;
- c) Categorie illuminotecniche di esercizio: in relazione all’analisi dei parametri di influenza e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto del variare nel tempo dei parametri di influenza.

La classificazione illuminotecnica di ambiti stradali ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono essere rispettati. In caso di mancanza di strumenti di pianificazione (PRIC: piano regolatore dell’illuminazione comunale o PUT: piano urbano del traffico), la classificazione illuminotecnica avviene applicando la norma UNI 11248 e la norma EN 13201.

12. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

La categoria illuminotecnica di progetto si determina sulla base della valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l’impatto ambientale. Di seguito si riportano le tabelle sottostanti come da norma UNI EN 13201-2 riportante i parametri di riferimento per le principali categorie illuminotecniche e la tabella riportante l’indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza.



VALORI ILLUMINOTECNICI PER LA PROGETTAZIONE IN AMBITO STRADALE				
Da utilizzare unitamente alla tabella 2				
Classe	Luminanza minima mantenuta Lm (cd/mq)	Uniformità minima		Valore Max indice abbagliamento debilitante f _{ti} (%)
		U ₀ (*)	U ₁ (**)	
M1	2,0	0,40	0,70	10
M2	1,5	0,40	0,70	10
M3	1,0	0,40	0,60	15
M4	0,75	0,40	0,60	15
M5	0,5	0,35	0,40	15
M6	0,3	0,35	0,40	20

PARAMETRO DI INFLUENZA	RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone non conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svincolo e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

Da un’ attenta analisi dei vari tratti stradali oggetto di intervento, la scelta progettuale ha portato al rispetto della categoria illuminotecnica M4: al fine di accertarne la rispondenza si è proceduti con le verifiche illuminotecniche puntuali per ogni singolo tratto stradale oggetto di costruzione dei nuovi impianti di pubblica illuminazione.

13. RISPONDENZA AI CRITERI MINIMI AMBIENTALI

È stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 244 del 18 ottobre 2017 il decreto 27 settembre 2017 che aggiorna i CAM, Criteri Ambientali Minimi, per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica. L’applicazione dei CAM si è resa obbligatoria con l’approvazione del nuovo Codice Appalti. I CAM devono essere un riferimento per le amministrazioni nella stesura dei documenti di gara e devono anche indicare il maggior punteggio da assegnare alle offerte che presentano un minor impatto sulla salute e sull’ambiente. Il provvedimento, apportando le modifiche ai CAM ed abrogando le versioni precedenti, ha il duplice obiettivo di migliorare:

- la qualità della luce in città con un minore impatto sui cittadini, con l’impiego di lampade a led;
- l’affidamento del servizio di progettazione dell’impianto di illuminazione pubblica.



Con i nuovi CAM sarà, infatti, possibile ottenere performance ambientali più elevate che garantiranno grandi benefici in termini di efficienza energetica e di riduzione dell’inquinamento, ma anche di risparmio per le casse delle amministrazioni. Le modifiche ai CAM riguardano:

- l’efficienza energetica;
- la durabilità e il tasso di guasto di tutti i corpi illuminanti;
- le prestazioni degli apparati attraverso l’aggiornamento di due indici. Viene evidenziato che le prestazioni richieste sono differenziate a seconda delle aree da illuminare. I nuovi criteri ambientali affrontano, inoltre, gli aspetti sociali degli appalti verdi, vigilando che i candidati dimostrino di adottare modelli organizzativi e gestionali in grado di prevenire comportamenti illeciti nei confronti dei lavoratori e garantire il massimo rispetto delle convenzioni internazionali.

INDICI DI PRESTAZIONE IPEA E IPEI

Gli indici di prestazione IPEA* e IPEI* 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”. Gli studi di impatto sul ciclo di vita (LCA) condotti in ambito europeo dimostrano che il maggior impatto ambientale di sorgenti luminose ed apparecchi illuminanti deriva dalla fase d’uso, ovvero dal consumo di energia degli stessi ed in misura minore dalla produzione (gli altri contributi sono pressoché nulli). I criteri sulla prestazione energetica di apparecchi ed impianti di illuminazione tengono conto di questo aspetto attraverso la definizione di indici specifici IPEA* (per gli apparecchi) ed IPEI* (per gli impianti), aggiornati sulla base dell’evoluzione normativa e tecnologica, rispetto agli indici IPEA ed IPEI, di cui al decreto del Ministero dell’Ambiente del 23 dicembre 2013. Tutti i corpi illuminanti utilizzati nel progetto di adeguamento di cui trattasi sono conformi ai CAM 2017, come dimostrato dagli attestati e dalle schede tecniche fornite. Quale ulteriore dimostrazione, nel presente documento, sono riportati gli indici IPEA* degli apparecchi utilizzati, che forniscono evidenza del rispetto dei requisiti minimi conseguito dal presente progetto esecutivo.

TABELLA IPEA – Classificazione energetica degli apparecchi illuminanti

Sulla base di quanto prescritto dai CAM 2017, gli apparecchi d’illuminazione debbono avere l’indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe C fino all’anno 2019 compreso, 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 B fino all’anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all’anno 2021 compreso, 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	<i>IPEA</i> [*]
An+	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA^* < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

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:



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

I nuovi apparecchi, hanno una efficienza luminosa notevolmente superiore ai dispositivi precedenti: in tal modo oltre all'adeguamento normativo degli apparecchi si possono ottenere grandi vantaggi di risparmio energetico. La tecnologia delle sorgenti luminose è del tipo a LED, la quale offre migliori prestazioni per l'illuminazione quali: - Maggior efficienza luminosa data dalla geometria dell'emissione luminosa; - Maggior durata delle sorgenti luminose. Di seguito si allegano le schede IPEA, che descrivono secondo il D.M. 27/09/17 l'indice parametrizzato di efficienza dell'apparecchio, per ogni singolo apparecchio utilizzato nel progetto: tale selezione è stata verificata e certificata direttamente dal produttore degli apparecchi. Di seguito si riportano alcuni indici IPEA degli apparecchi installati.

TABELLA IPEI – Prestazione energetica dell’impianto

Per valutare l'indice di prestazione energetica dell'intero impianto di pubblica illuminazione in caso di modifica, 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 B fino all'anno 2020 compreso, a quello della classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+ a partire dall'anno 2026.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	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}_{tt} = (\bar{E}_i) 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 24 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) e con D_p , R = Densità di Potenza di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle seguenti. 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

Da una verifica sia dei parametri presenti nei vari calcoli illuminotecnici, sia delle caratteristiche tecniche e prestazionali del nuovo corpo illuminante a tecnologia LED adottato, si è potuto riscontrare un perfetto allineamento delle prestazioni energetiche degli impianti di pubblica illuminazione di nuova costruzione in termini di rispetto sia dell’ ambiente che dei criteri ambientali minimi imposti dal Decreto 27 settembre 2017.

Il Progettista

.....