

## INDICE

	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>TERMINI E DEFINIZIONI</b>	<b>4</b>
figura 1	Zone della galleria per la prescrizione dei requisiti illuminotecnici durante le ore diurne e simboli utilizzati per le luminanze della carreggiata (disegno non in scala).....	7
<b>4</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>CONVENZIONI GENERALI</b>	<b>12</b>
5.1	Condizioni di riferimento delle grandezze fotometriche.....	12
5.2	Identificazione della superficie alla quale si riferisce la grandezza fotometrica.....	13
5.3	Convenzioni per evidenziare il significato di una grandezza fotometrica.....	13
<b>6</b>	<b>DIAGRAMMI DECISIONALI PER L'ILLUMINAZIONE DIURNA</b>	<b>14</b>
prospetto 1	Classificazione delle strade e individuazione del diagramma decisionale per il progetto dell'impianto di illuminazione.....	14
figura 2	Diagramma decisionale per galleria rettilinea e con strada di accesso rettilinea con pendenza longitudinale costante (I).....	15
figura 3	Diagramma decisionale per galleria rettilinea e con strada di accesso rettilinea con pendenza longitudinale costante (II).....	16
figura 4	Diagramma decisionale per galleria rettilinea e con strada di accesso rettilinea con pendenza longitudinale costante (III).....	16
figura 5	Condizione geometrica per la verifica della possibilità di classificare la galleria come galleria con uscita visibile.....	17
<b>7</b>	<b>ILLUMINAZIONE DIURNA</b>	<b>17</b>
7.1	Condizione di sicurezza.....	17
7.2	Convenzioni.....	17
7.3	Luminanza prescritta nella zona di entrata.....	18
prospetto 2	Valori del fattore $c$ in funzione del tipo di impianto.....	19
7.4	Luminanza e lunghezza della zona di transizione.....	19
7.5	Luminanza prescritta della zona interna.....	20
7.6	Luminanza prescritta della zona di uscita.....	20
7.7	Limitazioni.....	21
7.8	Approssimazioni.....	21
<b>8</b>	<b>REQUISITI PER L'ILLUMINAZIONE NOTTURNA</b>	<b>21</b>
8.1	Zone che necessitano di illuminazione notturna.....	21
8.2	Zone interne alla galleria.....	21
8.3	Zone immediatamente esterne alla galleria.....	22
8.4	Limitazioni.....	22
<b>9</b>	<b>ALTRI REQUISITI ILLUMINOTECNICI</b>	<b>22</b>
9.1	Luminanza delle pareti.....	22
9.2	Corsie di emergenza, corsie riservate, marciapiedi, banchine, ecc.....	22
9.3	Uniformità di luminanza.....	23
prospetto 3	Limiti minimi per le uniformità di luminanza per le gallerie a senso unico di marcia.....	23
prospetto 4	Limiti minimi per le uniformità di luminanza per le gallerie a doppio senso di marcia.....	23
9.4	Limitazione dell'abbagliamento.....	23

9.5		Prescrizioni relative all'illuminazione di rinforzo nelle gallerie a doppio senso di marcia.....	23
9.6		Illuminazione di riserva.....	23
<b>10</b>		<b>SITUAZIONI PARTICOLARI</b>	<b>24</b>
10.1		Gallerie a sezione ridotta.....	24
10.2		Gallerie consecutive.....	24
<b>11</b>		<b>RISPARMIO ENERGETICO</b>	<b>24</b>
	figura 6	Esempio dei limiti di variazione delle luminanze dell'illuminazione di rinforzo e permanente (In questo esempio l'andamento della luminanza prescritta si riferisce al metodo A dell'appendice C).....	25
<b>12</b>		<b>GESTIONE E REGOLAZIONE DELLE PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO</b>	<b>25</b>
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>A</b>	<b>MODELLO PER LA VALUTAZIONE DELLA LUMINANZA DEBILITANTE</b>	<b>27</b>
A.1		Luminanza debilitante .....	27
A.2		Luminanza equivalente di velo .....	27
A.3		Luminanza atmosferica .....	28
A.4		Luminanza del parabrezza e del cruscotto .....	29
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>B</b>	<b>DISTANZA DI RIFERIMENTO</b>	<b>30</b>
	prospetto B.1	Autostrade ed altre strade - Superficie stradale asciutta - Distanze di riferimento [m].....	30
	prospetto B.2	Autostrade - Superficie stradale bagnata - Distanze di riferimento [m] .....	30
	prospetto B.3	Altre strade - Superficie stradale bagnata - Distanze di riferimento [m] .....	31
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>C</b>	<b>VALUTAZIONE DELL'ANDAMENTO DELLA LUMINANZA DEBILITANTE <math>L_v(x)</math> NELLA ZONA DI ACCESSO</b>	<b>32</b>
C.1		Generalità .....	32
C.2		Metodo A .....	32
C.3		Metodo B .....	33
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>D</b>	<b>ANDAMENTO DELLA LUMINANZA MEDIA TRASVERSALE DELLA CARREGGIATA NELLE ZONE DI ENTRATA E DI TRANSIZIONE</b>	<b>34</b>
D.1		Generalità .....	34
D.2		Condizioni di valutazione .....	34
D.3		Calcolo della curva .....	34
D.4		Zona di transizione .....	35
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>E</b>	<b>METODI DI CALCOLO DELLE PRESTAZIONI FOTOMETRICHE</b>	<b>37</b>
E.1		Generalità .....	37
E.2		Griglie di calcolo e modalità di esecuzione dei calcoli .....	38
	figura E.1	Schema della griglia di calcolo .....	40
E.3		Valutazione dei risultati dei calcoli .....	42
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>F</b>	<b>VERIFICHE DELLE PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE</b>	<b>43</b>
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>G</b>	<b>DATI DA FORNIRSI DA PARTE DEL COMMITTENTE</b>	<b>46</b>
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>H</b>	<b>MISURAZIONE DELLA LUMINANZA EQUIVALENTE DI VELO E DELLA LUMINANZA ATMOSFERICA</b>	<b>47</b>
	figura H.1	Diagramma polare per la misura di $L_{seq}$ (Diagramma di Adrian) - Sono evidenziati, per alcuni settori circolari a due basi i pedici adottati nella formula H.3 e nel prospetto H.1 .....	48

prospetto	H.1	Angoli sottesi dai raggi delle circonferenze che limitano le corone circolari del diagramma polare della figura H.1 .....	48
<b>APPENDICE</b> (normativa)	<b>I</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA LUMINANZA DEBILITANTE DI PROGETTO PER IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO NELLA ZONA DI ENTRATA E DI TRANSIZIONE</b>	<b>51</b>
I.1		Determinazione della luminanza debilitante di progetto $L_{v,75}$ .....	51
I.2		Determinazione della luminanza equivalente di velo di progetto $L_{seq,75}$ .....	51
prospetto	I.1	Valori convenzionali di luminanza da considerare nella stima di $L_{seq,75}$ .....	52
prospetto	I.2	Illuminamenti orizzontali convenzionali $E_{h,75}$ .....	53
prospetto	I.3	Distanza di visibilità meteorologica $V_{m,75}$ .....	53
<b>APPENDICE</b> (normativa)	<b>J</b>	<b>PROSPETTI SINOTTICI DELLE GRANDEZZE DEFINITE NELLA NORMA</b>	<b>54</b>
prospetto	J.1	Prospetto sinottico delle grandezze di tipo geometrico e dei loro simboli .....	54
prospetto	J.2	Prospetto sinottico delle grandezze che descrivono le condizioni di abbagliamento e dei loro simboli .....	55
prospetto	J.3	Prospetto sinottico delle grandezze che descrivono le condizioni di illuminazione e dei loro simboli - Luminanza .....	56
prospetto	J.4	Prospetto sinottico delle grandezze che descrivono le condizioni di illuminazione e dei loro simboli - Uniformità .....	57
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>K</b>	<b>MODELLO DI VISIONE</b>	<b>58</b>
K.1		Acuità visiva minima dell'osservatore .....	58
K.2		Oggetto percepibile .....	58
figura	K.1	Dimensione minima dell'oggetto percepibile considerando le acuità visive di 0,4, 0,7, 0,8 e 1 previste dal codice della Strada .....	58
K.3		Luminanza di soglia .....	59
		<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>60</b>

---

QUESTO DOCUMENTO È UNA PREVIEW. RIPRODUZIONE VIETATA

---

## INTRODUZIONE

L'Italia presenta una elevata variabilità nella tipologia e conformazione delle gallerie stradali con un alto numero di gallerie, anche di notevole lunghezza. Il problema di definire corrette condizioni di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada è quindi essenziale non solo ai fini della sicurezza del traffico ma anche nella riduzione del dispendio energetico e dell'impatto ambientale.

La presente norma adotta i criteri di base per l'illuminazione di gallerie riferiti al traffico motorizzato, descritti nella pubblicazione CIE 88:2004 [1], ma nell'individuare metodologie progettuali, di gestione e di verifica considera le peculiarità delle gallerie italiane.

Per il traffico motorizzato la condizione di sicurezza adottata consiste nel garantire, all'utente della strada, la percezione di un oggetto, convenzionalmente assunto come riferimento, a una distanza tale da aver il tempo di evitarne l'urto, arrestando il veicolo.

Le condizioni di percezione dell'oggetto di riferimento cambiano in modo sostanziale se la percorrenza della galleria avviene di giorno o di notte.

La situazione più critica si presenta nelle ore diurne: se l'oggetto si trova nel tratto iniziale della galleria, l'utente della strada dovrebbe percepirlo quando è ancora al di fuori della galleria. Le condizioni di contrasto dell'oggetto rispetto allo sfondo devono essere tali da assicurarne la percezione anche in presenza dell'abbagliamento debilitante dovuto alla luminanza dell'ambiente circostante l'entrata della galleria. La luminanza del manto stradale nel tratto iniziale della galleria è quindi direttamente correlata con la luminanza dell'ambiente esterno alla sezione di ingresso della galleria. Una volta che l'utente è entrato nella galleria, la luminanza può decrescere ma con scostamento non superiore all'aumento di sensibilità dell'occhio dovuto all'adattamento a condizioni minori di luminanza ambientale.

Terminato questo transitorio, l'occhio è adattato a condizioni di visione notturna. Si possono pertanto usare i criteri tipici per l'illuminazione stradale notturna (vedere UNI 11248), considerando che un incidente in galleria ha generalmente conseguenze più gravi di un analogo incidente su strada.

Di notte non esiste la luminanza dell'ambiente esterno alla galleria o questa è notevolmente ridotta rispetto al caso diurno, come può avvenire in ambito urbano. I criteri tipici per l'illuminazione stradale notturna (UNI 11248) sono generalmente sufficienti per imporre i requisiti illuminotecnici dell'impianto.

Nel caso di percorrenza diurna la norma:

- definisce un modello per la valutazione della luminanza debilitante (appendice A, normativa);
- indica convenzionalmente cosa può essere considerato oggetto di riferimento (punto 7.2.1);
- definisce la distanza di progetto illuminotecnico, alla quale deve essere percepibile l'oggetto di riferimento per garantire la condizione di sicurezza (punto 7.2.4 e appendice C, normativa);
- suddivide la galleria in zone che richiedono condizioni di illuminazione diverse in quanto associate a condizioni di visione differenti (punto 3.14);
- descrive come valutare luminanza debilitante nella zona di accesso (appendice D, normativa);
- prescrive, nella zona di entrata della galleria, condizioni di illuminazione tali da garantire la visione dell'oggetto di riferimento compensando la diminuzione del contrasto con il quale questo viene percepito, diminuzione dovuta alla presenza della luminanza debilitante (punto 7.3);
- prescrive la diminuzione della luminanza del manto stradale lungo la galleria in funzione del tempo di percorrenza, per assicurare l'adattamento visivo dell'utente dalle luminanze esterne alla galleria fino alla luminanza presente nella zona interna della galleria (punto 7.4);
- prescrive livelli di illuminazione nella zona interna dopo il completo adattamento visivo dell'utente (punto 7.5);

- prescrive livelli di illuminazione nella zona di uscita al fine di migliorare il confort visivo in uscita (punto 7.6);
- individua un modello di visione sufficientemente accurato nel descrivere le reali condizioni di percezione, da parte del guidatore, di un oggetto posto sulla carreggiata scegliendo convenzionalmente tra le possibilità trattate nell'appendice K, informativa.

Nel caso di percorrenza notturna la norma deve correlare i livelli di illuminazione stradale notturna prescritti dalla UNI 11248 con le effettive esigenze in galleria, considerando i maggiori rischi di un incidente in galleria rispetto alla strada (punto 8).

Tutti i requisiti indicati dalla norma sono ricavati da questi principi base, adottando delle semplificazioni nel modellare la situazione reale sia di visione sia della strada. Queste semplificazioni permettono di definire i criteri progettuali dell'impianto di illuminazione in modo sufficientemente accurato per la generalità dei casi. Ovviamente semplificazioni ancora più drastiche porterebbero a risultati che potrebbero non garantire un sufficiente livello di sicurezza del traffico (per la parte correlata alle condizioni di illuminazione). Invece modelli o scelte più complesse o più vicine alle reali condizioni possono produrre economie di esercizio pur mantenendo equali o migliori livelli di sicurezza.

In particolare, un elenco, non esaustivo, di scelte non contemplate dalla presente norma che, al prezzo di una maggior complessità progettuale, possono portare a impianti egualmente o maggiormente sicuri, ma con potenziali risparmi energetici, include:

- l'influenza della riflessione delle pareti sul livello di luminanza del manto stradale, sulle condizioni di contrasto dell'oggetto, sull'effetto guida ottica e sull'abbagliamento aggiuntivo oltre a quello creato dagli apparecchi di illuminazione;
- le dimensioni e caratteristiche dell'oggetto assunto come riferimento. La norma introduce un oggetto tipo che può non essere rappresentativo della reale situazione. Per esempio, in condizioni di flusso di traffico elevato per oggetto di riferimento potrebbe essere considerato il veicolo che precede.

L'appendice A, normativa, descrive il modello per la valutazione della luminanza debilitante.

L'appendice B, normativa, prescrive come calcolare la distanza di riferimento.

L'appendice C, normativa, prescrive come valutare la luminanza debilitante al variare della distanza dalla sezione di entrata.

L'appendice D, normativa, descrive un metodo per calcolare una possibile curva dell'andamento della luminanza media trasversale della carreggiata.

Nell'appendice E, normativa, sono descritti i metodi di calcolo delle prestazioni fotometriche.

Nell'appendice F, normativa, sono descritte le metodologie di verifica delle prestazioni illuminotecniche.

L'appendice G, normativa, elenca i dati che devono essere forniti al progettista dal committente.

L'appendice H, normativa, descrive come misurare la luminanza debilitante.

L'appendice I, normativa, descrive come valutare la luminanza debilitante di progetto per il dimensionamento dell'impianto nella zona di entrata e di transizione.

L'appendice J, normativa, riporta l'elenco delle grandezze introdotte dalla presente norma per le quali o esistono prescrizioni o è necessaria la loro valutazione in fase progettuale.

L'appendice K, informativa, descrive il modello di visione.

## SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma specifica i requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione di una galleria stradale, al fine di assicurare al conducente di un veicolo, sia di giorno sia di notte, l'entrata, l'attraversamento e l'uscita dal tratto coperto a velocità pari alla velocità massima legalmente consentita per quel tratto di strada, ed in condizioni adeguate di comfort visivo, con un grado di sicurezza non inferiore a quello della strada di cui fa parte la galleria.

Tali requisiti si intendono atti a garantire la sicurezza del traffico anche nel caso di traffico conflittuale, in quanto si presuppone che i requisiti, valutati per il traffico motorizzato, siano sufficientemente restrittivi da soddisfare anche le esigenze di visione e, pertanto, di sicurezza degli altri utenti della strada.

I requisiti sono espressi in termini di livello e uniformità di luminanza della carreggiata, delle pareti e di eventuali altre superfici che costituiscono la galleria (per esempio marciapiedi, corsie di emergenza e banchine).

Sono inoltre considerate ulteriori caratteristiche di qualità dell'impianto quali la limitazione dell'abbagliamento, il risparmio energetico e l'illuminazione di riserva.

La norma fornisce metodologie e criteri relativi alla progettazione e gestione dell'impianto di illuminazione, alle condizioni di calcolo ed alle verifiche delle prestazioni illuminotecniche. Inoltre, esplicita criteri minimi per la definizione delle modalità di manutenzione dell'impianto stesso.

Al fine di semplificare il processo progettuale la norma considera alcune tipologie di gallerie. Se l'orografia o la geometria della strada sono diverse, certi vincoli e requisiti potrebbero risultare non applicabili o scarsamente utili, sebbene il modello della visione continui a valere. Il progettista, utilizzando gli stessi principi e modelli della visione che stanno alla base della norma e che sono descritti in dettaglio, potrà adattare i requisiti alle reali condizioni della galleria.

Se non diversamente indicato, i valori illuminotecnici prescritti dalla presente norma sono da intendersi come valori minimi mantenuti tra un intervento di manutenzione e il successivo, ad eccezione dell'incremento di soglia  $f_{T1}$  che risulta specificato come valore massimo.

La presente norma si applica agli impianti di illuminazione di gallerie stradali e autostradali, indipendentemente dalla loro forma e lunghezza.

La UNI 11095:2018 rappresenta l'evoluzione tecnica della precedente edizione, ne segue le linee base di principio, adotta soluzioni suggerite dalla pratica progettuale ed è in linea con quanto richiesto dal decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 settembre 2005. In particolare, mantiene "gli stessi livelli di sicurezza e di prestazioni attesi fissati dalla UNI 11095:2003". Pertanto, l'applicazione della UNI 11095:2018 soddisfa le richieste presenti al comma 2 dell'articolo 1 del sopra citato decreto.

La presente norma non fornisce prescrizioni per l'illuminazione di evacuazione, aspetto coperto dalla UNI EN 16276 Illuminazione di evacuazione nelle gallerie stradali.

La presente norma non fornisce prescrizioni per l'illuminazione di percorsi esclusivamente ciclopeditoni coperti.