



# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

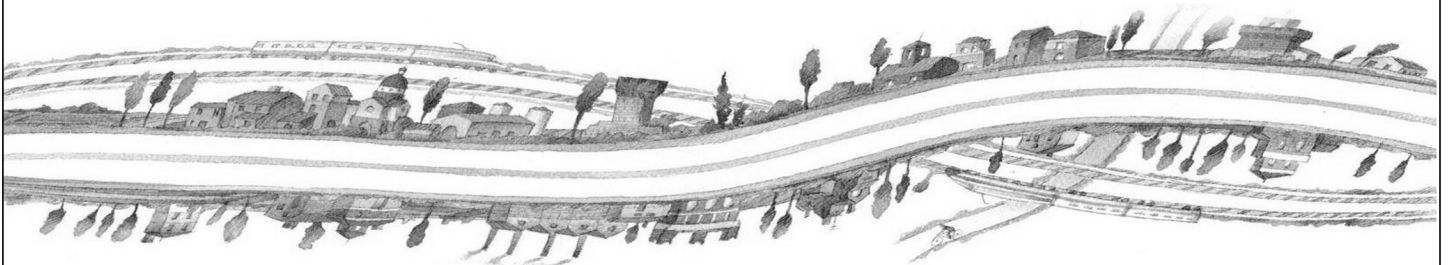
### ASSE AUTOSTRADALE

IMPIANTI TECNICI

OPERE SINGOLARI

GALLERIE INTERCONNESSIONE A22

RELAZIONE ILLUMINOTECNICA



IL PROGETTISTA

Ing. Antonio De Fazio  
Albo Ingegneri Prov. BO n° 3696/A



RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pattuzzi

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	EMISSIONE	FRASSINETI	DE FAZIO	SALSI					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE					
IDENTIFICAZIONE ELABORATO				DATA: <b>MAGGIO 2012</b>						
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA:
4433	PD	0	101	11100	0	IE	RC	04	A	-

## INDICE

<b>1. GENERALITÀ</b>	<b>2</b>
1.1 Galleria IGA01	2
1.2 Galleria IGA02	2
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>4</b>
<b>3. DATI DI BASE PER IL CALCOLO ILLUMINOTECNICO</b>	<b>5</b>
<b>4. MODALITÀ DI CALCOLO</b>	<b>6</b>
4.1 Caratteristiche generali	6
4.2 Luminanza di entrata	7
4.2.1 Luminanza di velo equivalente	7
4.2.2 Luminanza atmosferica	7
4.2.3 Luminanza del parabrezza	8
4.2.4 Calcolo della luminanza di soglia <i>L<sub>s</sub></i>	8
4.3 Condizioni atmosferiche e distanze di arresto	9

## 1. GENERALITÀ

---

La presente relazione riguarda il progetto definitivo dell'impianto di illuminazione delle gallerie **IGA01** e **IGA02** dell'interconnessione con l'Autostrada A22 dell'Autostrada Cispadana.

### 1.1 Galleria IGA01

---

Caratteristiche:

- galleria a 1 canna, a senso unico di circolazione
- velocità di percorrenza 70 km/h
- direzione di marcia Ovest → Est
- sezione rettangolare di m 5,90 (h media in asse carreggiata) x 10,00
- 1 corsia di marcia di 4,00 m
- Lunghezza canna: 91 m

### 1.2 Galleria IGA02

---

Caratteristiche:

- galleria a 1 canna, a senso unico di circolazione
- velocità di percorrenza 70 km/h
- direzione di marcia Ovest → Est
- sezione rettangolare di m 5,95 (h media in asse carreggiata) x 11,50
- 2 corsie di marcia di 3,75 m
- Lunghezza canna: 40 m

Il progetto illuminotecnico è stato redatto sulla base dei dati relativi alla luminanza diurna esterna fornita dal Committente (120 cd/m<sup>2</sup>), per tempo soleggiato e dalla distanza di visibilità per l'arresto, pari a 80 m per velocità massima consentita di 70 km/h e strade asciutte.

L'impianto è costituito da:

- l'illuminazione permanente
- l'illuminazione di rinforzo all'entrata (soltanto per la galleria IGA01)

Non sono richiesti rinforzi all'uscita.

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

---

Il progetto è stato effettuato in conformità delle norme:

- UNI 11095 "Illuminazione delle gallerie"
- UNI 11248 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali"
- UNI EN 13201-3 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni".

### 3. DATI DI BASE PER IL CALCOLO ILLUMINOTECNICO

In questo capitolo si illustrano i dati per il dimensionamento dell'impianto d'illuminazione delle gallerie autostradali IGA01 e IGA02.

**Tabella 1 - Dati di progetto**

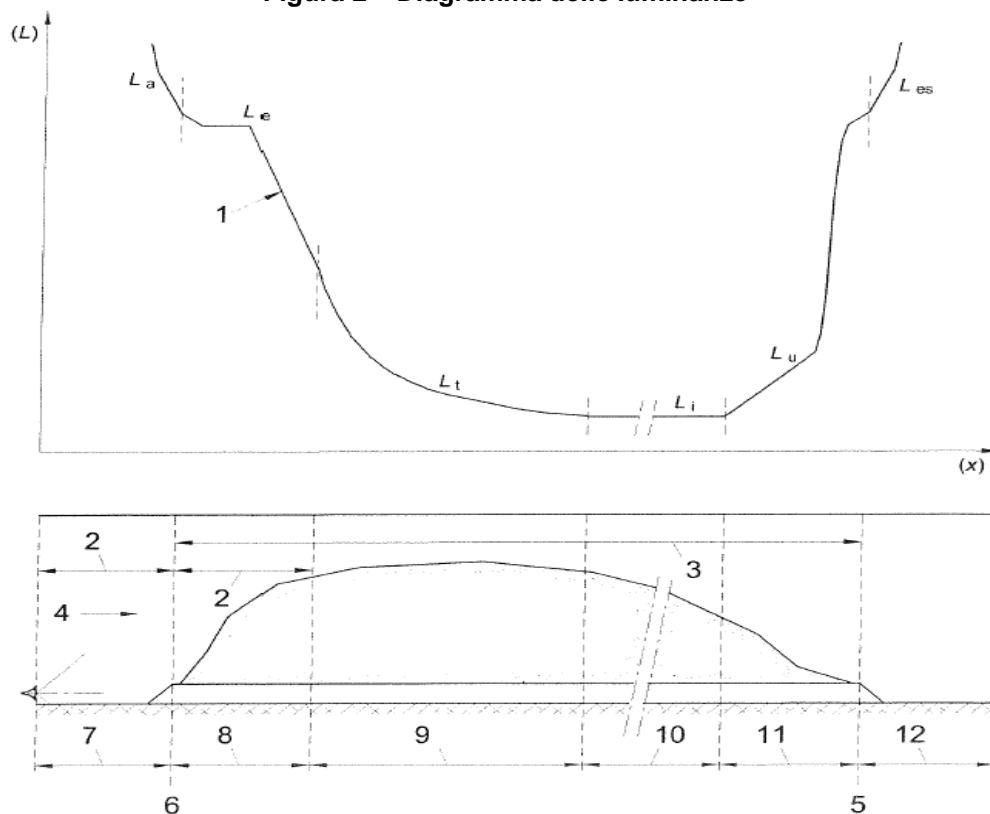
UNI 11095:2003		
Orientamento della direzione di marcia		
Metodo per definire la luminanza di velo		<b>(Metodo di Adrian)</b>
Coefficiente di qualità di contrasto		<b>0,2 cd/m<sup>2</sup>/lx</b>
Classe della strada		<b>Autostrada</b>
Tipo di pavimentazione		<b>Asfalto</b> (Manto prevalentemente scuro con scabrezza media. $Q_0 = 0,056 \text{ sr}^{-1}$ )
Altezza delle pareti imbiancate		<b>&gt; 2 m</b>
Velocità di progetto illuminotecnico		<b>70 km/h</b>
Distanza di visibilità per d'arresto (110+10 km/h)		<b>80 m</b> (asciutto)
Distanza di arresto (110 km/h)		<b>60 m</b> (asciutto)
Illuminazione diurna (Impianto deprezzato)	Luminanza $L_s$ nella zona di entrata	<b>120 cd/m<sup>2</sup></b>
	Luminanza $L_i$ nella zona interna	<b>3 cd/m<sup>2</sup></b>
	Uniformità generale di luminanza $U_0$	<b>0,4</b> (Rapporto fra valore minimo e medio della luminanza della carreggiata e delle pareti fino a 2m)
	Uniformità longitudinale di luminanza $U_1$	<b>0,6</b> (L'uniformità longitudinale di luminanza è definita come rapporto tra la luminanza minima e la massima valutata sull'asse di ogni corsia per la carreggiata o alla quota di 1,7 m dal piano viario per le pareti)
Illuminazione diurna e notturna	Luminanza media di notte	<b>1 cd/m<sup>2</sup></b>
	Uniformità generale di luminanza $U_0$	<b>0,4</b>
	Uniformità longitudinale di luminanza $U_1$	<b>0,6</b>
Illuminazione di emergenza	Luminanza di emergenza nella zona interna	<b>1 cd/m<sup>2</sup></b> (Livello minimo di luminanza che l'impianto deve garantire sull'intera galleria per un tempo minimo di 30')

## 4. MODALITÀ DI CALCOLO

### 4.1 Caratteristiche generali

Come riportato in figura 2, la norma UNI 11095 suddivide l'intera galleria in zone, caratterizzate da livelli di luminanza diversi, i quali tengono conto dello stato progressivo di adattamento dell'occhio in funzione della velocità di percorrenza e della luminanza esterna percepita dalla distanza di arresto prima dell'imbocco.

**Figura 2 – Diagramma delle luminanze**



Legenda:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1. Curva delle luminanze | 8. Zona di entrata                       |
| 2. Distanza di arresto   | 9. Zona di transizione                   |
| 3. Lunghezza galleria    | 10. Zona interna                         |
| 4. Senso di marcia       | 11. Zona di uscita                       |
| 5. Sezione di uscita     | 12. Zona immediatamente esterna          |
| 6. Sezione di ingresso   | $L$ Luminanza ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) |
| 7. Zona di accesso       | $x$ Distanza (m)                         |

## 4.2 Luminanza di entrata

La luminanza di entrata  $L_e$  è influenzata da 3 tipi di luminanza:

- la luminanza di velo equivalente  $L_{seq}$
- la luminanza atmosferica  $L_{atm}$
- la luminanza del parabrezza  $L_{par}$ .

Per ognuna di queste luminanze sono state effettuate analisi e calcoli specifici:

### 4.2.1 Luminanza di velo equivalente

Per la luminanza di velo equivalente, in mancanza di elementi da poter utilizzare per seguire il metodo di Adrian (fotografie o anticipazioni grafiche degli imbrocchiji), si è adottato il valore di 120 cd/m<sup>2</sup> fornito dalla Committente.

### 4.2.2 Luminanza atmosferica

Per il calcolo della luminanza atmosferica  $L_{atm}$  è prescritta la formula:

$$L_{atm} = 1,3 \frac{d_a \cdot E_h}{\pi \cdot V_m}$$

dove:

$d_a$  = distanza di arresto [m]

$E_h$  = illuminamento orizzontale [klx]

$V_m$  = distanza di visibilità meteorologica [km], ossia la distanza alla quale, in conseguenza della luminanza dell'atmosfera, un oggetto nero osservato sullo sfondo del cielo all'orizzonte presenta un contrasto pari a 0,05.

I dati relativi ad  $E_h$  e  $V_m$  possono essere stimati in base ai dati convenzionali in funzione delle condizioni annue predominanti agli imbocchi delle gallerie in esame. Vedere tabelle seguenti.

**Tabella 2 - Illuminamenti orizzontali per la valutazione di  $E_h$**

Latitudine locale	Illuminamento orizzontale [klx]
36° N	64
38° N	62
40 ° N	60
42° N	58
44° N	57
46° N	55



**Tabella 3 - Distanze di visibilità meteorologica per la valutazione di  $V_m$**

Condizioni atmosferiche	Distanza di visibilità meteorologica [km]
Molto limpide	50
Limpide	20
Leggera foschia	10
Foschia	5

I valori scelti corrispondono ad un illuminamento orizzontale di 56 klx ed ad una distanza di visibilità meteorologica di 10,0 km.

#### 4.2.3 Luminanza del parabrezza

Per il calcolo della luminanza del parabrezza  $L_{par}$  la formula utilizzata è la seguente:

$$L_{par} = 0,4 L_{seq}$$

#### 4.2.4 Calcolo della luminanza di soglia $L_s$

La luminanza di velo è data da:

$$L_v = L_{seq} + L_{atm} + L_{par}$$

La luminanza di soglia  $L_s$  si ottiene dalla formula:

$$L_s = \frac{L_v}{6 \left| \frac{\rho}{\pi \cdot q_c} - 1 \right| - 1}$$

dove :

- $\rho$  = fattore di riflessione dell'ostacolo di riferimento, pari a 0,1
- $q_c$  = coefficiente di qualità del contrasto che per impianti simmetrici è pari a 0,2 cd/m<sup>2</sup>/lx

Nell'allegato 1 sono richiamati i calcoli tramite i quali si è potuto rappresentare graficamente le curve teoriche ed effettive di adattamento delle luminanze all'interno della galleria in funzione della distanza dall'entrata. L'andamento delle curve teoriche risponde all'andamento tipo indicato nella figura 2 del paragrafo 4.2 della norma UNI 11095.

### **4.3 Condizioni atmosferiche e distanze di arresto**

---

Ai fini della scelta della luminanza di soglia, la distanza di visibilità per l'arresto è stata determinata sulla base della velocità massima consentita all'ingresso della galleria nelle condizioni di cielo sereno e manto asciutto, aumentata di 10 km/h come indicato nel n° 3476 del D.M. 14/09/05. Queste condizioni portano a luminanze di soglia maggiori rispetto al caso di manto bagnato e cielo nuvoloso. La distanza di visibilità per l'arresto ritenuta è quindi quella definita tramite il diagramma B3 dell'appendice B della norma UNI 11095.