

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. Tecnologie Centro

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA ROMA – VITERBO

RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

PC CROCICCHIE

Studio illuminotecnico Sottopasso stradale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NR 1 J 0 1 D 1 8 CL LF 0 4 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	P. Bugianfella	OTT. 2018	M. Casarini	OTT. 2018	T. Paoletti	OTT. 2018	G. Guadagni U.O. Tecnologie Centro Ing. Guadagni Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17812	

File: NR1J01D18CLLF0400002A

n. Elab.: 670

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b><i>ELABORATI DI PROGETTO</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b><i>RIFERIMENTI NORMATIVI</i> .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b><i>CALCOLO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO</i> .....</b>	<b>5</b>
	Caratteristiche geometriche .....	5
	Illuminazione zona interna sottopasso.....	5
<b>4</b>	<b>RISULTATI ILLUMINOTECNICI .....</b>	<b>8</b>

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA ROMA – VITERBO</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>STUDIO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO STRADALE</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0400 002	REV. A

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi lungo la linea Roma - Viterbo relativi al raddoppio della tratta Cesano – Vigna di Valle è prevista la realizzazione del sottovia stradale all'altezza del km 38 +650 in Via dell'Anguillara.

Nel presente documento vengono descritti i calcoli illuminotecnici, in particolare si è proceduto a dimensionare gli impianti in modo da garantire i requisiti prestazionali minimi previsti dalle Norme:

- UNI EN 11248 ed 2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2 ed 2016 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali.

Con riferimento ai valori di illuminamento e di uniformità prescritti dalle citate Norme è stata effettuata la modellazione delle aree di riferimento, per le quali è stato poi effettuato il calcolo illuminotecnico di verifica, simulando le reali condizioni di illuminazione (in termini di tipologia e numero di corpi illuminanti) e le reali condizioni di esercizio a regime (in termini di pulizia e manutenzione dei corpi illuminanti).

L'alimentazione elettrica dell'impianto sarà prelevata da un nuovo punto di consegna in bassa tensione posto in prossimità del sottovia.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA ROMA – VITERBO</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>STUDIO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO STRADALE</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0400 002	REV. A

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 ELABORATI DI PROGETTO

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo quanto riportato nella presente Relazione Tecnica e negli ulteriori elaborati di Progetto Definitivo sotto riportati, ai quali si farà riferimento esplicito od implicito nel prosieguo del presente documento:

NR1J01D18DXLF040000 2A	Viabilità – Sottopasso stradale	Schema elettrico unifilare BT sottopasso stradale
NR1J01D18CLLF040000 2A	Viabilità – Sottopasso stradale	Studio illuminotecnico sottopasso stradale
NR1J01D18P9LF0404006 A	Viabilità – Sottopasso stradale	Planimetria viabilità sottopasso stradale al km 38+650

### 2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi di cui si è tenuto conto nello sviluppo della progettazione sono, in linea indicativa ma non esaustiva, i seguenti:

#### **Leggi, Decreti e Circolari:**

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 “Testo Unico sulla sicurezza”
- DM. 37 del 22/01/08 “Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione, ambiti di competenze professionali”
- L.186 del 1.3.1968 “Realizzazioni e costruzioni a regola d’arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici”

#### **Normative Tecniche:**

- CEI 34-21 “Apparecchi d’illuminazione: prescrizioni generali e prove”
- UNI EN 11248 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI EN 11095/2011 – Illuminazione delle gallerie stradali;
- UNI 10819 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

#### **Allegati**

Parte integrante della presente relazione di calcolo sono i seguenti allegati, in cui vengono riportati i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate:

- Allegato 1 – Calcolo Illuminotecnico Sottopasso.

	<b>LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>STUDIO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO STRADALE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 18	CL	LF0400 002	A	5 di 8

### 3 DESCRIZIONE GENERALE

Gli impianti di illuminazione previsti a servizio della nuova viabilità sono stati progettati al fine di assolvere i requisiti illuminotecnici della Normativa Nazionale UNI 11248 ed. 2016 che va a completare il panorama sull'illuminazione stradale insieme alla normativa Europea UNI EN 13201-2/3/4 del 2016.

Tutti gli impianti sono stati progettati in conformità alle Norme vigenti (sia Nazionali che Regionali), in modo da consentire l'ottimizzazione degli stessi e la riduzione dei costi di gestione e manutenzione.

I corpi illuminanti dovranno presentare una conformazione dell'ottica atta a ridurre l'inquinamento luminoso, ovvero il flusso luminoso emesso verso l'alto, nel rispetto delle prescrizioni della Norma UNI 10819 per gli impianti di illuminazione esterna e delle Norme Regionali. In particolare si è proceduto a dimensionare tali impianti in modo da garantire i requisiti prestazionali minimi previsti dalle Norme vigenti citate al capitolo precedente.

#### 3.1 CALCOLO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO

Il dimensionamento dell'impianto di illuminazione del sottopasso è stato effettuato nel rispetto della Norma UNI 11095, la quale specifica i requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione di una galleria stradale in termini di livello ed uniformità di luminanza della carreggiata, delle pareti e di eventuali altre superfici che costituiscono la galleria. Inoltre, la norma fornisce metodologie e criteri relativi alla progettazione, alle condizioni di calcolo e alle verifiche delle prestazioni illuminotecniche.

#### Caratteristiche geometriche

Il sottopasso è costituito da un fornace di lunghezza pari a circa 37,00 m, caratterizzato da una larghezza totale di 12 m e altezza di intradosso minima di 5 m. L'intero sottopasso si sviluppa in rettilineo.

Data la lunghezza contenuta del sottopasso, questo è valutabile come "galleria corta" in quanto la distanza tra la sezione in entrata e quella in uscita è inferiore a 125m.

#### Illuminazione zona interna sottopasso

Come prescritto nelle norme UNI 11248 ed UNI13201 la strada di accesso è categorizzabile come di tipo F (strada locale extraurbana) e può essere caratterizzata da una categoria di esercizio pari a M4, con velocità di percorrenza pari a 50km/h, per la quale si hanno i seguenti requisiti prestazionali:

- Luminanza minima mantenuta: 0,75cd/mq;
- Uniformità generale minima: 0,40;
- Uniformità longitudinale minima: 0,60;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA ROMA – VITERBO</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>STUDIO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO STRADALE</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0400 002	REV. A

- Indice di abbagliamento massimo: 15.

L'illuminazione permanente sarà realizzata per mezzo di n°8 proiettori LED da 26W – 3470lm, disposti lungo entrambi i lati della sottovia con un'inclinazione di 35° rispetto al piano stradale. I corpi sono disposti ad altezza di montaggio di 4,50 m allo scopo di garantire un adeguato livello di luminanza ed uniformità interna.

L'illuminazione di rinforzo sarà realizzata per mezzo di 14 proiettori LED da 472W e flusso luminoso di 62370lm, anche questi sono disposti sui due lati della galleria ad un'altezza di 4,5m e con inclinazione di 35°.

Per il calcolo illuminotecnico si considera una luminanza in entrata pari a 80cd/m<sup>2</sup>.

### **Requisiti prestazionali**

#### *Luminanze della zona interna*

La luminanza media della zona interna deve risultare non minore della luminanza  $L_i$  ottenuta con la formula:

$L_i = 2 \times L$  per le gallerie a doppio senso di marcia

dove  $L$  è il valore della luminanza indicato nella UNI EN 13201-2 per la categoria illuminotecnica di esercizio della strada di accesso alla galleria. Pertanto:  $L_i = 2 \cdot 0,75 = 1,50 \text{ cd/m}^2$ .

Indipendentemente dalla loro lunghezza, le gallerie in cui è prevista un'illuminazione diurna devono essere illuminate anche di notte, dalla sezione di entrata a quella di uscita. Di notte la luminanza media della carreggiata deve essere almeno pari a 1 cd/m<sup>2</sup>, se la galleria non fa parte di una strada illuminata.

#### *Luminanza delle pareti*

In qualsiasi zona della galleria, sia per l'illuminazione diurna sia per quella notturna, la luminanza media delle pareti per un'altezza almeno pari a 2 m sopra la carreggiata non deve essere minore del 60% della luminanza media della carreggiata (o della corsia adiacente per le gallerie a doppio senso di marcia con limitazione dell'illuminazione di rinforzo).

#### *Uniformità di luminanza*

In tutte le zone della galleria, sia di giorno sia di notte e per ogni stato di parzializzazione dell'illuminazione, l'uniformità generale  $U_0$ , l'uniformità longitudinale  $U_l$  e l'uniformità trasversale  $U_t$  devono essere:

- $U_0$  ed  $U_t \geq 0,40$  su tutte le altre superfici e per le corsie a senso di marcia inverso;
- $U_l \geq 0,70$  sulla carreggiata;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA ROMA – VITERBO</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>STUDIO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO STRADALE</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0400 002	REV. A

-  $U_1 \geq 0,60$  su tutte le altre superfici.

*Limitazione dell'abbagliamento*

L'incremento di soglia TI non deve superare:

- 10% nelle zone a luminanza costante;

- 20% nelle zone a luminanza variabile.

Tabella 1 – Risultati calcolo sottopasso

	Luminanza interna [cd/m <sup>2</sup> ]	Uniformità generale	Uniformità longitudinale	Uniformità trasversale	Incremento di soglia
Richiesto	1,50	0,40	0,70	0,40	10%
Calcolato	1,83	0,67	0,76	0,79	8%

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</b></p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p><b>STUDIO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO STRADALE</b></p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01 D 18</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO LF0400 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 8 di 8</p>

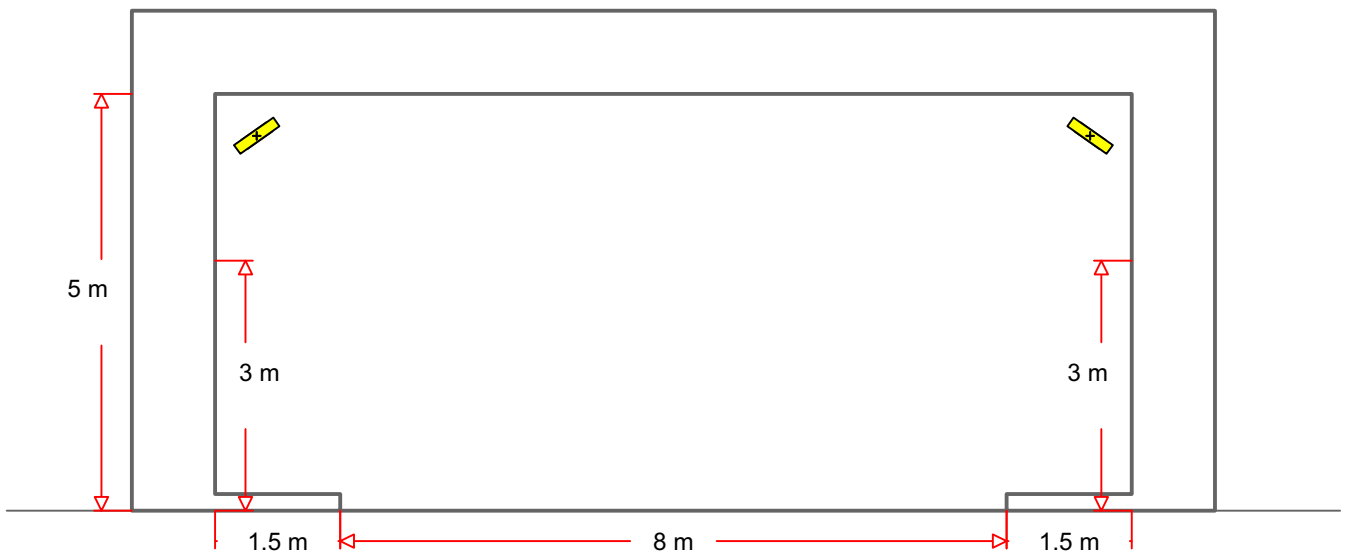
#### 4 RISULTATI ILLUMINOTECNICI



## 2 Tunnel

### 2.1 Descrizione, Tunnel

#### 2.1.1 Dati del progetto



#### Geometria tunnel

Lunghezza del tunnel (reale)	:	38 m
Lunghezza del tunnel (calcolata)	:	38 m
Altezza del tunnel	:	5 m

Larghezza della carreggiata	:	8 m
Numero di corsie	:	2
Rivestimento / materiale	:	CIE C2, $q_0 = 0.07$
Striscia di margine di destra	:	1.5 m
Striscia di margine di sinistra	:	1.5 m

Altezza parete (destra)	:	3 m
Rivestimento / materiale	:	diffus 30%

Altezza parete (sinistra)	:	3 m
Rivestimento / materiale	:	diffus 30%

#### Impostazioni di calcolo

Velocità	:	50 km/h
Lunghezza della corsia d'entrata	:	50 m
Luminanza area entrata	:	80 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza area interna	:	1.5 cd/m <sup>2</sup>

## 2.1 Descrizione, Tunnel

### 2.1.2 Elenco punti luce

Adattamento  
CDL in uso

2 14



#### Fila di armature stradali: Fila 2.1

Numero di punti luce: 7

Posizione di base: x=5.50m y=-1.00m, z=4.50m

Rotazione: z=180.0° C0=-35.0° C90=0.0°

Potenza del sistema (totale): 3.3kW

Distanza costante: 4.30m

Frequenza di sfarfallamento (v=50 km/h): 3.2 Hz

Nr.	Pos. X[m]	livello di pot.	gruppø	inforzo	perm
1	5.50	472W / 62.37klm	1	100%	0%
2	9.80	472W / 62.37klm	1	100%	0%
3	14.10	472W / 62.37klm	1	100%	0%
4	18.40	472W / 62.37klm	1	100%	0%
5	22.70	472W / 62.37klm	1	100%	0%
6	27.00	472W / 62.37klm	1	100%	0%
7	31.30	472W / 62.37klm	1	100%	0%

#### Fila di armature stradali: Fila 2.2

Numero di punti luce: 7

Posizione di base: x=5.50m y=9.00m, z=4.50m

Rotazione: z=180.0° C0=35.0° C90=0.0°

Potenza del sistema (totale): 3.3kW

Distanza costante: 4.30m

Frequenza di sfarfallamento (v=50 km/h): 3.2 Hz

Nr.	Pos. X[m]	livello di pot.	gruppø	inforzo	perm
1	5.50	472W / 62.37klm	1	100%	0%
2	9.80	472W / 62.37klm	1	100%	0%
3	14.10	472W / 62.37klm	1	100%	0%
4	18.40	472W / 62.37klm	1	100%	0%
5	22.70	472W / 62.37klm	1	100%	0%
6	27.00	472W / 62.37klm	1	100%	0%
7	31.30	472W / 62.37klm	1	100%	0%

Transito  
CDL in uso

---

## 2.1 Descrizione, Tunnel

### 2.1.2 Elenco punti luce

1



#### Fila di armature stradali: Fila 1.1

Numero di punti luce: 4

Posizione di base: x=2.50m y=-1.00m, z=4.50m

Rotazione: z=0.0° C0=35.0° C90=0.0°

Potenza del sistema (totale): 0.1kW (0.04 km)

Distanza costante: 11.00m

Frequenza di sfarfallamento (v=50 km/h): 1.3 Hz

Nr.	Pos. X[m]	livello di pot.	grupprinforzoperm
1	2.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%
2	13.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%
3	24.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%
4	35.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%

#### Fila di armature stradali: Fila 1.2

Numero di punti luce: 4

Posizione di base: x=2.50m y=9.00m, z=4.50m

Rotazione: z=0.0° C0=-35.0° C90=0.0°

Potenza del sistema (totale): 0.1kW (0.04 km)

Distanza costante: 11.00m

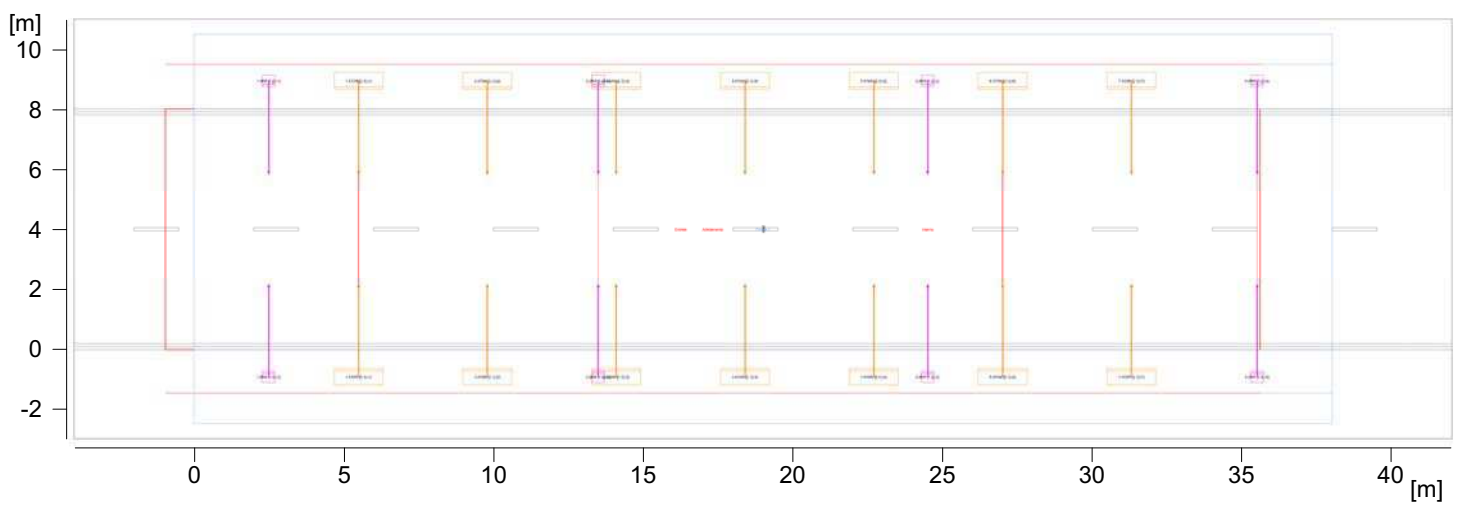
Frequenza di sfarfallamento (v=50 km/h): 1.3 Hz

Nr.	Pos. X[m]	livello di pot.	grupprinforzoperm
1	2.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%
2	13.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%
3	24.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%
4	35.50	26W / 3.47klm	2 100% 100%

---

## 2.1 Descrizione, Tunnel

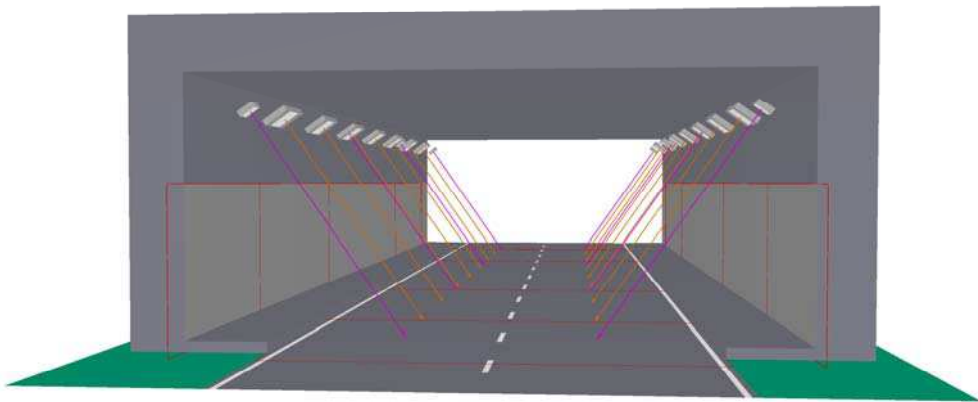
### 2.1.3 Pianta



## 2.1 Descrizione, Tunnel

### 2.1.4 Rappresentazione 3D, Vista 1

---



## 2 Tunnel

### 2.2 Risultati calcolo, Tunnel

#### 2.2.1 Panoramica dei risultati, rinforzo: 100%

---

##### Passo di regolazione: rinforzo: 100%

Adattamento

1: 100%

Transito

2: 100%

##### Entrata, Area entrata (costante)

Campo di misurazione: 5.50 m - 27.00 m Punti: nx = 10, ny = 6, nz = 3

Osservatore (coordinate iniziali) : x = -54.50 m; z = 1.50 m dx = 61.08 m (fisso)

y = 2.00 m y = 6.00 m

Carreggiata (CIE C2, q0 = 0.07)

Lm	:	80.73 cd/m <sup>2</sup>	80.73 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.67	0.67
UI	Llmin/Llma::	0.82	0.82
qc(av)	:	0.12 cd/m <sup>2</sup> /lx	0.12 cd/m <sup>2</sup> /lx
qc(min)	:	0.06 cd/m <sup>2</sup> /lx	0.06 cd/m <sup>2</sup> /lx
TI max.	Max. :	6 %	6 %
Lseq	Max. :	7.86 cd/m <sup>2</sup>	7.86 cd/m <sup>2</sup>
B	Max. :	0.03	0.03

Parete sinistra (diffus 30%)

Lm	:	63.20 cd/m <sup>2</sup>	63.20 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.77	0.77
L parete/L	:	0.78	0.78

Parete destra (diffus 30%)

Lm	:	63.20 cd/m <sup>2</sup>	63.20 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.77	0.77
L parete/L	:	0.78	0.78

Illuminamento

Carreggiata

Em 1506.74 lx

Uo Emin/Eav : 0.71

Parete sinistra

Em : 661.78 lx

Uo Emin/Eav : 0.77

Parete destra

Em : 661.78 lx

Uo Emin/Eav : 0.77

## 2 Tunnel

### 2.2 Risultati calcolo, Tunnel

#### 2.2.1 Panoramica dei risultati, rinforzo: 100%

---

##### Interno, Corsia interna

Campo di misurazione: 13.50 m - 35.50 m Punti:  $n_x = 10$ ,  $n_y = 6$ ,  $n_z = 3$

Osservatore (coordinate iniziali) :  $x = -46.50$  m;  $z = 1.50$  m  $dx = 61.10$  m (fisso)

$y = 2.00$  m                       $y = 6.00$  m

Carreggiata (CIE C2,  $q_0 = 0.07$ )

Lm	:	1.83 cd/m <sup>2</sup>	1.83 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.67	0.67
UI	Lmin/Lmax::	0.76	0.76
qc(av)	:	0.09 cd/m <sup>2</sup> /lx	0.09 cd/m <sup>2</sup> /lx
qc(min)	:	0.06 cd/m <sup>2</sup> /lx	0.06 cd/m <sup>2</sup> /lx
TI max.	Max. :	8 %	8 %
Lseq	Max. :	0.23 cd/m <sup>2</sup>	0.23 cd/m <sup>2</sup>
B	Max. :	0.04	0.04

Parete sinistra (diffus 30%)

Lm	:	1.49 cd/m <sup>2</sup>	1.49 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.81	0.81
L parete/L	:	0.81	0.81

Parete destra (diffus 30%)

Lm	:	1.49 cd/m <sup>2</sup>	1.49 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.81	0.81
L parete/L	:	0.81	0.81

Illuminamento

Carreggiata

Em	:	34.22 lx
Uo	Emin/Eav :	0.84

Parete sinistra

Em	:	15.59 lx
Uo	Emin/Eav :	0.81

Parete destra

Em	:	15.59 lx
Uo	Emin/Eav :	0.81

---

## 2 Tunnel

### 2.2 Risultati calcolo, Tunnel

#### 2.2.1 Panoramica dei risultati, rinforzo: 100%

##### Adattamento, Tragitto di adattamento

Campo di misurazione: -0.95 m - 35.60 m Punti: nx = 17, ny = 6, nz = 3

Osservatore (coordinate iniziali) : x = -85.81 m; z = 1.50 m dx = 85.93 m (mobile)

y = 2.00 m

y = 6.00 m

Carreggiata (CIE C2, q0 = 0.07)

Ut min.	: 0.79	(13.02 m)	0.79	(13.02 m)
Up max. I	: 1.08	(15.18 m)	1.08	(15.18 m)
Up max.(-) I	: 0.98	(23.77 m)	0.98	(23.77 m)
Up max. II	: ---	(0.00 m)	---	(0.00 m)
Up max.(-) II	: 0.50	(34.53 m)	0.50	(34.53 m)
qc(min)	: 0.03	(34.53 m)	0.03	(34.53 m)
Lseq max.	: 0.00 cd/m <sup>2</sup>	(0.00 m)	0.00 cd/m <sup>2</sup>	(0.00 m)
TI max.	: ---	(0.00 m)	---	(0.00 m)
B Max.	: --	(0.00 m)	--	(0.00 m)

Parete sinistra (diffus 30%)

LpareteLcorsia min.	: 0.76	(15.18 m)	0.80	(15.18 m)
Ut min.	: 0.93	(30.23 m)	0.93	(30.23 m)

Parete destra (diffus 30%)

LpareteLcorsia min.	: 0.80	(15.18 m)	0.76	(15.18 m)
Ut min.	: 0.93	(30.23 m)	0.93	(30.23 m)

Osservatore (coordinate iniziali) : x = -85.81 m; z = 1.50 m dx = 85.93 m (mobile)

y = 2.00 m

L[cd/m<sup>2</sup>]

+	25.92 m	34.53 m	34.53 m	34.53 m
7.33 m	82.49	31.24	31.24	31.24
6.00 m	70.03	31.26	31.26	31.26
4.67 m	60.14	29.30	29.30	29.30
3.33 m	59.73	29.32	29.32	29.32
2.00 m	69.00	31.39	31.39	31.39
0.67 m	79.95	31.34	31.34	31.34
Lavq	70.22	30.64	30.64	30.64
Lcie	78.22	61.71	61.71	61.71
Up	0.9	0.5	0.5	0.5
Ut	0.85	0.96	0.96	0.96

y = 6.00 m

L[cd/m<sup>2</sup>]

+	25.92 m	34.53 m	34.53 m	34.53 m
7.33 m	79.95	31.34	31.34	31.34
6.00 m	69.00	31.39	31.39	31.39
4.67 m	59.73	29.32	29.32	29.32
3.33 m	60.14	29.30	29.30	29.30
2.00 m	70.03	31.26	31.26	31.26
0.67 m	82.49	31.24	31.24	31.24
Lavq	70.22	30.64	30.64	30.64
Lcie	78.22	61.71	61.71	61.71
Up	0.9	0.5	0.5	0.5
Ut	0.85	0.96	0.96	0.96



## **2 Tunnel**

### **2.2 Risultati calcolo, Tunnel**

#### **2.2.1 Panoramica dei risultati, rinforzo: 100%**

---

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'ndietro.

---

## 2.2 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.2.2 Panoramica dei risultati, perm

---

#### Passo di regolazione: perm

Adattamento

1: 0%

Transito

2: 100%

#### Interno, Corsia interna

Campo di misurazione: 13.50 m - 35.50 m Punti:  $n_x = 10$ ,  $n_y = 6$ ,  $n_z = 3$

Osservatore (coordinate iniziali) :  $x = -46.50$  m;  $z = 1.50$  m  $dx = 61.10$  m (fisso)

$y = 2.00$  m

$y = 6.00$  m

Carreggiata (CIE C2,  $q_0 = 0.07$ )

Lm	:	1.83 cd/m <sup>2</sup>	1.83 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.67	0.67
UI	Lmin/Lmax:::	0.76	0.76
qc(av)	:	0.09 cd/m <sup>2</sup> /lx	0.09 cd/m <sup>2</sup> /lx
qc(min)	:	0.06 cd/m <sup>2</sup> /lx	0.06 cd/m <sup>2</sup> /lx
TI max.	Max. :	8 %	8 %
Lseq	Max. :	0.23 cd/m <sup>2</sup>	0.23 cd/m <sup>2</sup>
B	Max. :	0.04	0.04

Parete sinistra (diffus 30%)

Lm	:	1.49 cd/m <sup>2</sup>	1.49 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.81	0.81
L parete/L	:	0.81	0.81

Parete destra (diffus 30%)

Lm	:	1.49 cd/m <sup>2</sup>	1.49 cd/m <sup>2</sup>
Uo	Lmin/Lavg :	0.81	0.81
L parete/L	:	0.81	0.81

Illuminamento

Carreggiata

Em	:	34.22 lx
Uo	Emin/Eav :	0.84

Parete sinistra

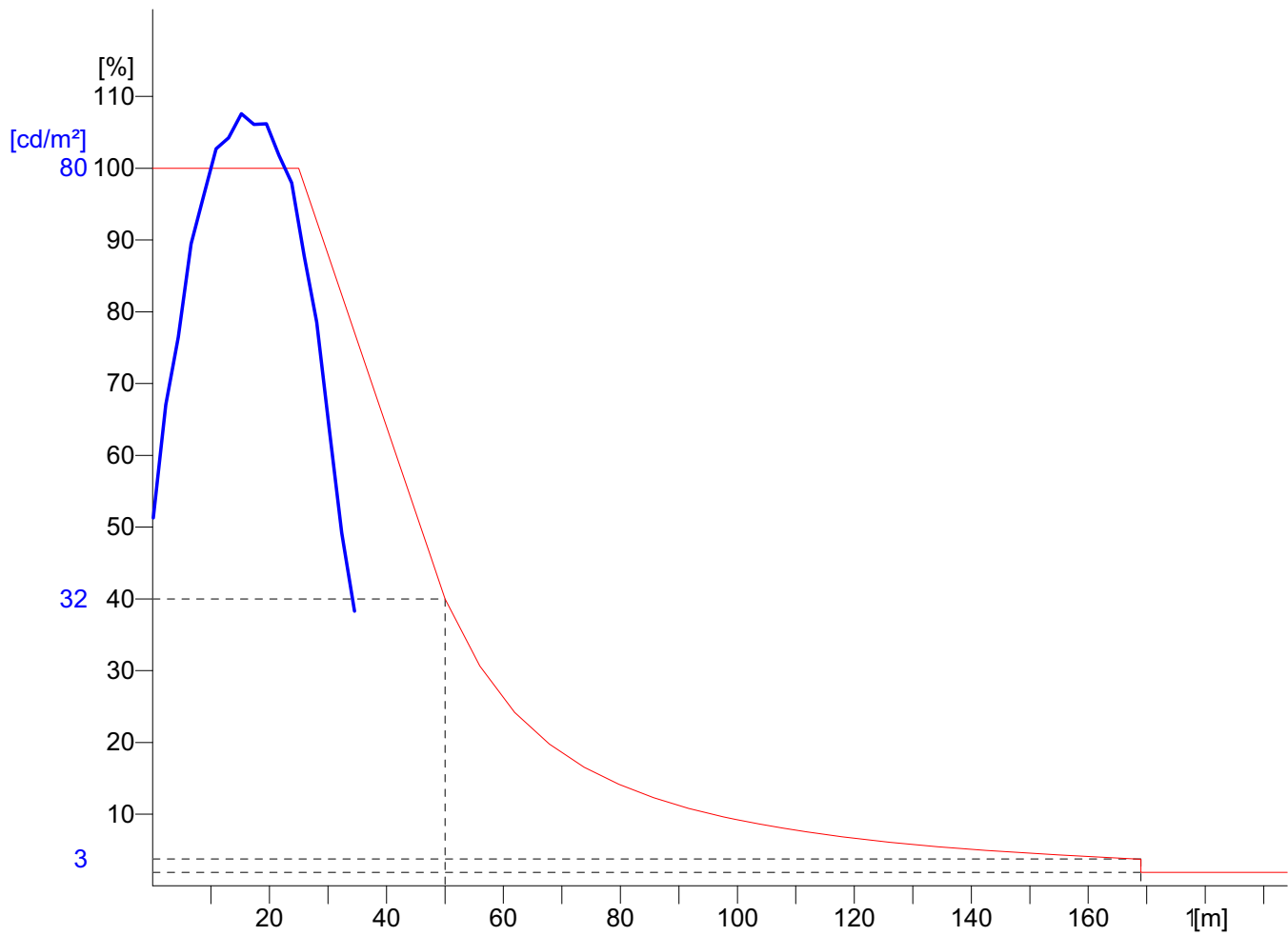
Em	:	15.59 lx
Uo	Emin/Eav :	0.81

Parete destra

Em	:	15.59 lx
Uo	Emin/Eav :	0.81

## 2.2 Risultati calcolo, Tunnel

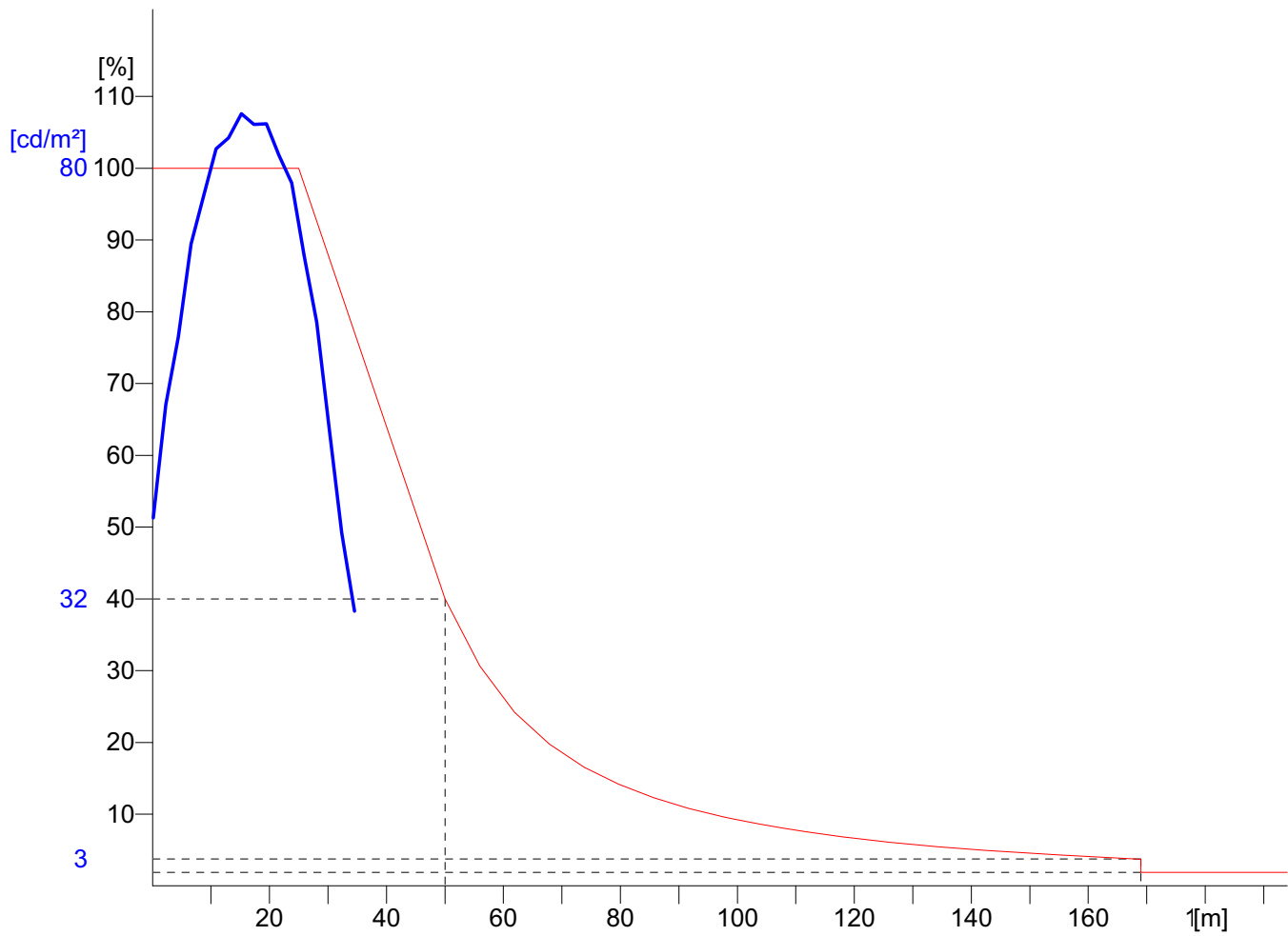
### 2.2.3 Evoluzione, Adattamento (L), rinforzo: 100%, Beo.1



Posizione osservatore 1 :  $x = -85.8, y = 2, z = 1.5$  ( $dx = 85.93$ )  
Valutazione di L sull'intera larghezza della carreggiata.

## 2.2 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.2.4 Evoluzione, Adattamento (L), rinforzo: 100%, Beo.2



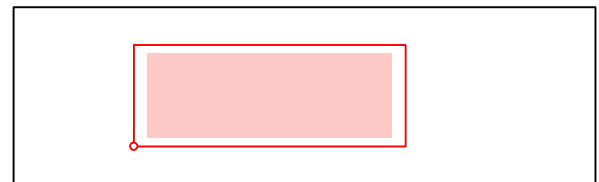
Posizione osservatore 2 :  $x = -85.8, y = 6, z = 1.5$  ( $dx = 85.93$ )  
Valutazione di L sull'intera larghezza della carreggiata.

## 2 Tunnel

### 2.3 Risultati calcolo, Tunnel

#### 2.3.1 Tabella, Entrata (L), rinforzo: 100%, Beo.1

[m]	101	106	111	111	<b>[113]</b>	109	108	102	97	83
7.33	73	78	83	84	86	85	84	81	78	70
6.00	56	61	66	68	70	70	70	68	65	60
4.67	<b>(54)</b>	60	64	66	69	69	69	67	64	60
3.33	66	72	77	79	81	81	81	78	76	69
2.00	88	92	99	99	102	99	100	95	92	80
0.67	6.57	8.73	10.88	13.02	15.18	17.33	19.48	21.63	23.77	25.92



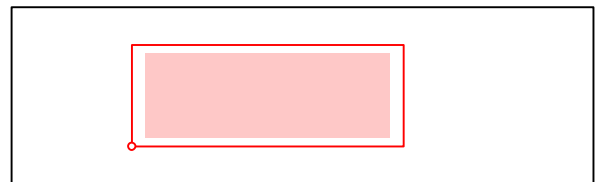
Posizione osservatore 1		: x = -54.5, y = 2, z = 1.5 (dx = 61.08)
Luminanza media	Lm	: 80.7 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza minima	Lmin	: 54 cd/m <sup>2</sup>
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.67
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.82
Aumento della soglia di percezione	TI	: 6 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.124
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.062

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'indietro.

## 2.3 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.3.2 Tabella, Entrata (E), rinforzo: 100%

[m]	6.57	8.73	10.88	13.02	15.18	17.33	19.48	21.63	23.77	25.92
7.33	1360	1530	1640	1700	1720	<b>[1730]</b>	1720	1720	1700	1640
6.00	1240	1410	1510	1570	1600	1610	1610	1600	1570	1510
4.67	<b>(1080)</b>	1240	1330	1390	1430	1450	1440	1430	1390	1330
3.33	<b>(1080)</b>	1240	1330	1390	1430	1450	1440	1430	1390	1330
2.00	1240	1410	1510	1570	1600	1610	1610	1600	1570	1510
0.67	1360	1530	1640	1700	1720	<b>[1730]</b>	1720	1720	1700	1640
	Illuminamento [lx]									

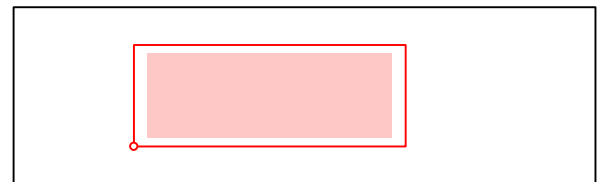


Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 1510 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 1080 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 1730 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.4 (0.71)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 1.6 (0.62)

## 2.3 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.3.3 Tabella, Entrata (L), rinforzo: 100%, Beo.2

[m]	6.57	8.73	10.88	13.02	15.18	17.33	19.48	21.63	23.77	25.92
7.33	88	92	99	99	102	99	100	95	92	80
6.00	66	72	77	79	81	81	81	78	76	69
4.67	(54)	60	64	66	69	69	69	67	64	60
3.33	56	61	66	68	70	70	70	68	65	60
2.00	73	78	83	84	86	85	84	81	78	70
0.67	101	106	111	111	[113]	109	108	102	97	83

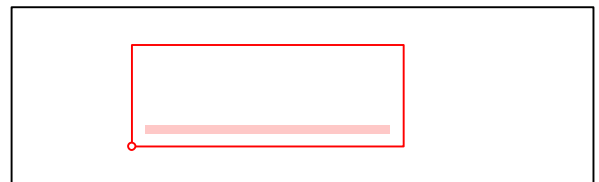
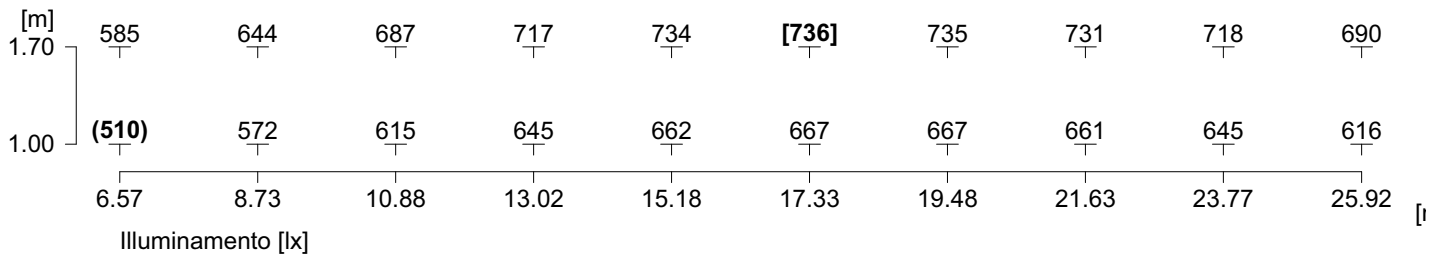


Posizione osservatore 2		: x = -54.5, y = 6, z = 1.5 (dx = 61.08)
Luminanza media	Lm	: 80.7 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza minima	Lmin	: 54 cd/m <sup>2</sup>
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.67
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.82
Aumento della soglia di percezione	TI	: 6 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.124
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.062

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'indietro.

## 2.3 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.3.4 Tabella, Entrata (E), Parete destra, rinforzo: 100%



Iluminamento medio  
Iluminamento minimo  
Iluminamento massimo  
Uniformità Uo  
Uniformità Ud

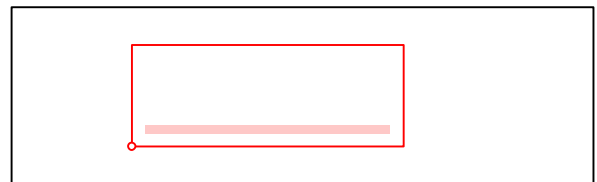
Em : 662 lx  
Emin : 510 lx  
Emax : 736 lx  
min/media : 1 : 1.3 (0.77)  
min/max : 1 : 1.44 (0.69)



## 2.3 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.3.5 Tabella, Entrata (L), Parete destra, rinforzo: 100%, Beo.1

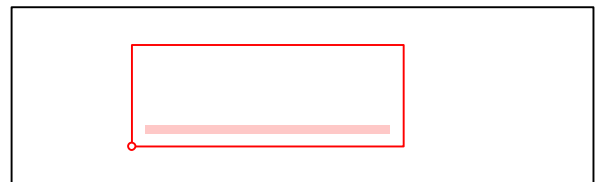
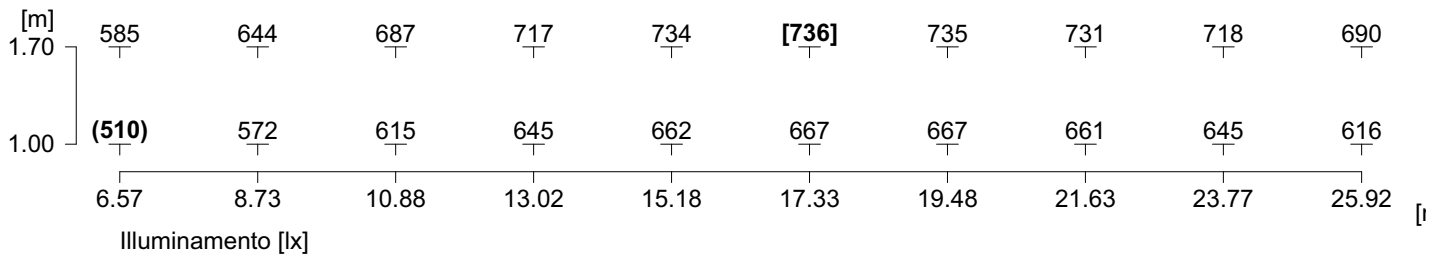
[m]	55.9	61.5	65.6	68.5	70.1	[70.3]	70.2	69.8	68.5	65.9
1.70										
1.00	(48.7)	54.6	58.7	61.6	63.2	63.7	63.7	63.1	61.6	58.8
	6.57	8.73	10.88	13.02	15.18	17.33	19.48	21.63	23.77	25.92



Posizione osservatore 1		: x = -54.5, y = 2, z = 1.5 (dx = 61.08)
Luminanza media	Lm	: 63.2 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza minima	Lmin	: 48.7 cd/m <sup>2</sup>
Uniformità totale U <sub>o</sub>	Lmin/Lm	: 0.77
Uniformità longitudinale U <sub>l</sub>	Llmin/Llmax	: 0.79 (1.70m)

## 2.3 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.3.6 Tabella, Entrata (E), Parete sinistra, rinforzo: 100%



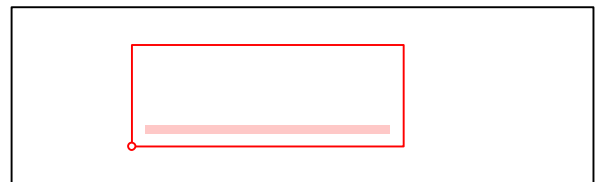
Illuminamento medio  
Illuminamento minimo  
Illuminamento massimo  
Uniformità U<sub>o</sub>  
Uniformità U<sub>d</sub>

Em : 662 lx  
E<sub>min</sub> : 510 lx  
E<sub>max</sub> : 736 lx  
min/media : 1 : 1.3 (0.77)  
min/max : 1 : 1.44 (0.69)

## 2.3 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.3.7 Tabella, Entrata (L), Parete sinistra, rinforzo: 100%, Beo.1

[m]	55.9	61.5	65.6	68.5	70.1	[70.3]	70.2	69.8	68.5	65.9
1.70										
1.00	(48.7)	54.6	58.7	61.6	63.2	63.7	63.7	63.1	61.6	58.8
	6.57	8.73	10.88	13.02	15.18	17.33	19.48	21.63	23.77	25.92

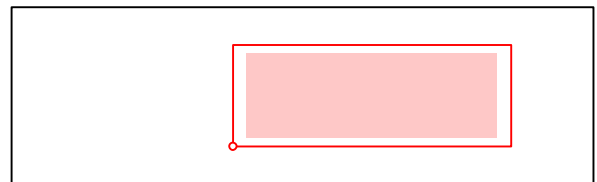
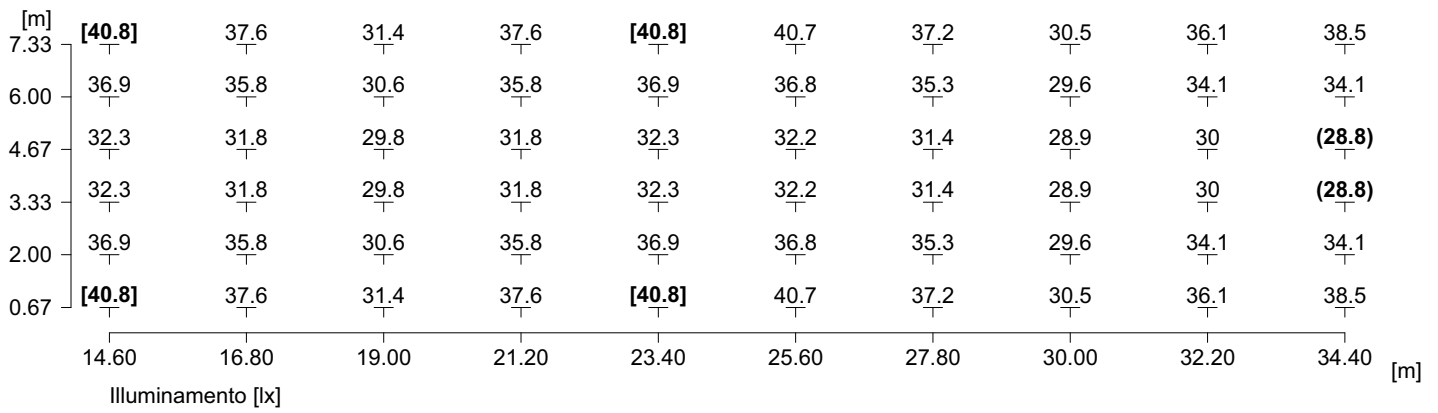


Posizione osservatore 1	: x = -54.5, y = 2, z = 1.5 (dx = 61.08)
Luminanza media	Lm : 63.2 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza minima	Lmin : 48.7 cd/m <sup>2</sup>
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm : 0.77
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax : 0.79 (1.70m)

## 2 Tunnel

### 2.4 Risultati calcolo, Tunnel

#### 2.4.1 Tabella, Interno (E), perm



---

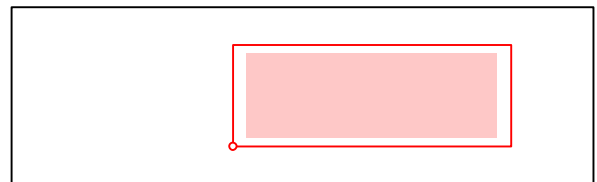
Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 34.2 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 28.8 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 40.8 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.19 (0.84)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 1.42 (0.71)

---

## 2.4 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.4.2 Tabella, Interno (L), perm, Beo.1

[m]										
7.33	2.46	<b>[2.72]</b>	2.57	2.61	2.23	2.31	2.47	2.21	2.13	1.6
6.00	1.95	1.97	1.87	2.03	1.88	1.83	1.81	1.66	1.76	1.48
4.67	1.59	1.57	1.56	1.62	1.55	1.53	1.48	1.43	1.42	<b>(1.23)</b>
3.33	1.56	1.53	1.53	1.61	1.52	1.5	1.46	1.42	1.42	<b>(1.23)</b>
2.00	1.79	1.84	1.75	1.94	1.78	1.73	1.74	1.61	1.73	1.47
0.67	2.16	2.4	2.3	2.39	2.05	2.08	2.26	2.06	2.07	1.58
	14.60	16.80	19.00	21.20	23.40	25.60	27.80	30.00	32.20	34.40 [m]



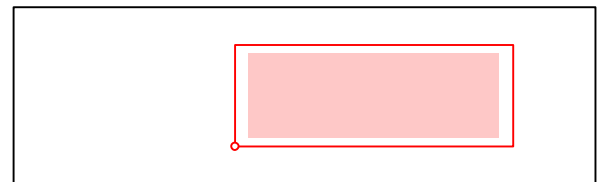
Posizione osservatore 1		: x = -46.5, y = 2, z = 1.5 (dx = 61.10)
Luminanza media	Lm	: 1.83 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza minima	Lmin	: 1.23 cd/m <sup>2</sup>
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.67
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.76
Aumento della soglia di percezione	TI	: 8 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.089
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.059

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'indietro.

## 2.4 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.4.3 Tabella, Interno (L), perm, Beo.2

[m]	2.16	2.4	2.3	2.39	2.05	2.08	2.26	2.06	2.07	1.58
7.33	1.79	1.84	1.75	1.94	1.78	1.73	1.74	1.61	1.73	1.47
6.00	1.56	1.53	1.53	1.61	1.52	1.5	1.46	1.42	1.42	(1.23)
4.67	1.59	1.57	1.56	1.62	1.55	1.53	1.48	1.43	1.42	(1.23)
3.33	1.95	1.97	1.87	2.03	1.88	1.83	1.81	1.66	1.76	1.48
2.00	2.46	[2.72]	2.57	2.61	2.23	2.31	2.47	2.21	2.13	1.6
0.67	14.60	16.80	19.00	21.20	23.40	25.60	27.80	30.00	32.20	34.40

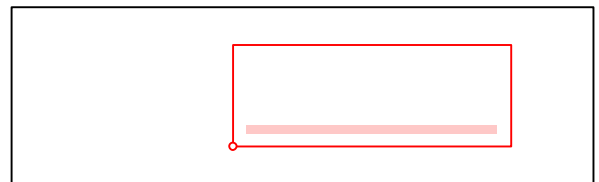
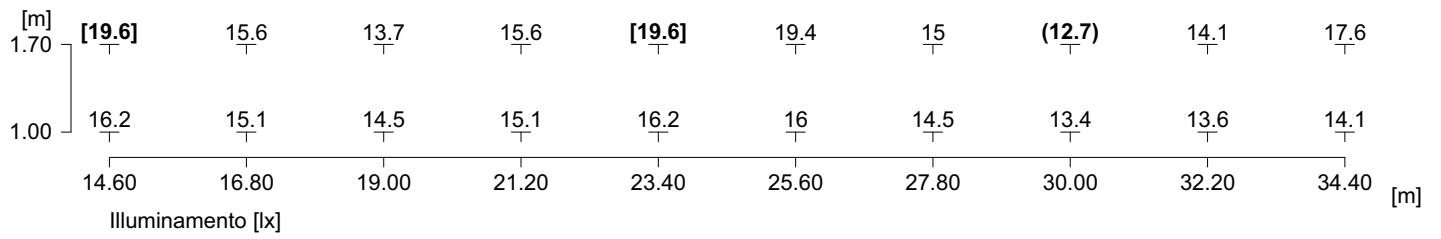


Posizione osservatore 2		: x = -46.5, y = 6, z = 1.5 (dx = 61.10)
Luminanza media	Lm	: 1.83 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza minima	Lmin	: 1.23 cd/m <sup>2</sup>
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.67
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.76
Aumento della soglia di percezione	TI	: 8 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.089
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.059

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'indietro.

## 2.4 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.4.4 Tabella, Interno (E), Parete destra, perm

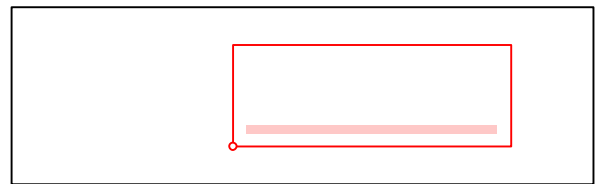
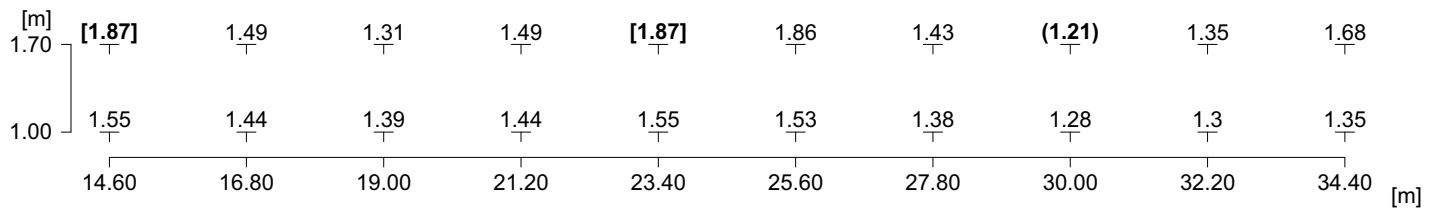


Iluminamento medio  
Iluminamento minimo  
Iluminamento massimo  
Uniformità U<sub>o</sub>  
Uniformità U<sub>d</sub>

Em : 15.6 lx  
E<sub>min</sub> : 12.7 lx  
E<sub>max</sub> : 19.6 lx  
min/media : 1 : 1.23 (0.81)  
min/max : 1 : 1.55 (0.65)

## 2.4 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.4.5 Tabella, Interno (L), Parete destra, perm, Beo.1



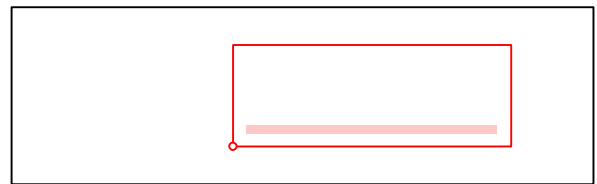
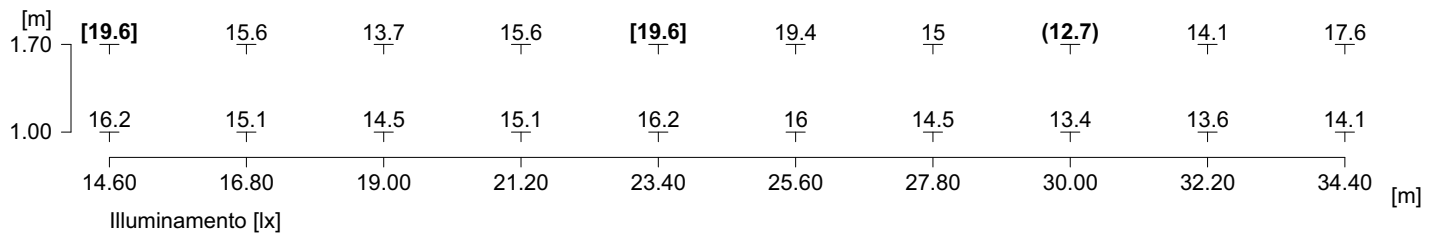
Posizione osservatore 1  
Luminanza media  
Luminanza minima  
Uniformità totale  $U_o$   
Uniformità longitudinale  $U_l$

:  $x = -46.5, y = 2, z = 1.5$  ( $dx = 61.10$ )  
Lm :  $1.49 \text{ cd/m}^2$   
Lmin :  $1.21 \text{ cd/m}^2$   
Lmin/Lm : 0.81  
Llmin/Llmax : 0.65 (1.70m)



## 2.4 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.4.6 Tabella, Interno (E), Parete sinistra, perm

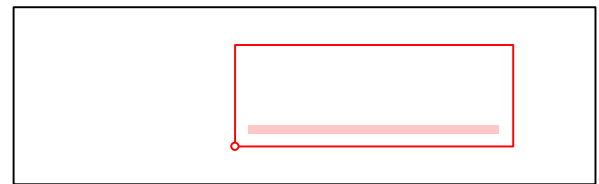
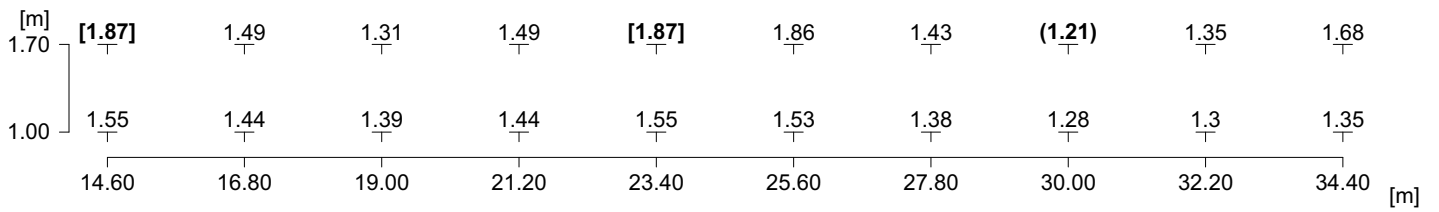


Illuminamento medio  
Illuminamento minimo  
Illuminamento massimo  
Uniformità U<sub>o</sub>  
Uniformità U<sub>d</sub>

Em : 15.6 lx  
E<sub>min</sub> : 12.7 lx  
E<sub>max</sub> : 19.6 lx  
min/media : 1 : 1.23 (0.81)  
min/max : 1 : 1.55 (0.65)

## 2.4 Risultati calcolo, Tunnel

### 2.4.7 Tabella, Interno (L), Parete sinistra, perm, Beo.1



---

Posizione osservatore 1	: x = -46.5, y = 2, z = 1.5 (dx = 61.10)
Luminanza media	Lm : 1.49 cd/m <sup>2</sup>
Luminanza minima	Lmin : 1.21 cd/m <sup>2</sup>
Uniformità totale U <sub>o</sub>	: 0.81
Uniformità longitudinale U <sub>l</sub>	Llmin/Llmax : 0.65 (1.70m)

---