

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. ENERGIA E DI TRAZIONE ELETTRICA

## PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

### IMPIANTI LFM

Nuova viabilità NV07 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPODOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I V 0 I 0 0 D 1 8 C L L F 3 4 0 0 0 0 1 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	L. Giorgini	Febbraio 2022	A. Bovio	Febbraio 2022	G. Fadda	Febbraio 2022	Guido Guidi Buffarini Febbraio 2022

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Energia e Trazione  
Ing. Guido Guidi Buffarini  
Ordine Ingegneri Provincia di Roma  
n° 17812

File: IV0I00D18CLLF340001A.doc

n. Elab.:

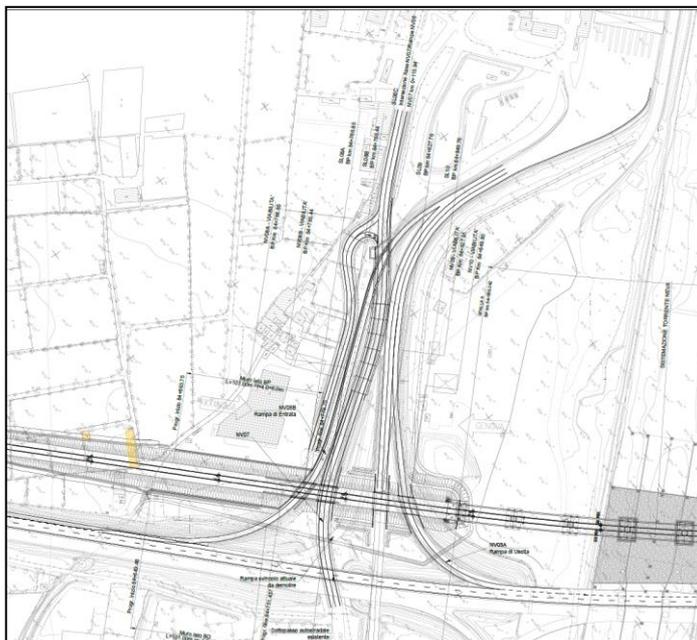
## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>IMPIANTO LFM .....</b>	<b>4</b>
2.1	INTERVENTO .....	4
2.2	CARATTERISTICHE ARMATURA STRADALE .....	4
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
3.1	ELABORATI DI PROGETTO .....	6
3.2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	7
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE CALCOLO ILLUMINOTECNICO .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CALCOLO ILLUMINOTECNICO VIABILITÀ .....</b>	<b>9</b>
5.1	VERIFICA CATEGORIA STRADA .....	9
5.1	CLASSIFICAZIONE VIABILITÀ .....	9
5.2	CLASSIFICAZIONE RAMI .....	10
5.3	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOTTOPASSO .....	10
5.3.1	<i>Analisi dei rischi viabilità per la categoria individuata M4</i> .....	13
5.4	DIAGRAMMA DECISIONALE PER L'ILLUMINAZIONE DIURNA .....	15
8.1	CALCOLO ILLUMINAZIONE VIABILITÀ .....	29
8.2	CALCOLO ILLUMINAZIONE NOTTURNA SOTTOPASSO .....	29

## 1 PREMESSA

La seguente relazione di calcolo ha lo scopo di illustrare i criteri normativi e progettuali adottati per il dimensionamento degli impianti di illuminazione, relativi alla viabilità **NV07** Adeguamento viabilità - SP 582 del Colle S. Bernardo -NV07” della tratta Andora-Finale Ligure, da realizzare nell’ambito dei lavori del raddoppio della linea Genova-Ventimiglia.

Con riferimento ai valori di illuminamento prescritti dalle citate Specifiche e delle 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).



**Figure 1 - Planimetria di progetto**

## 2 IMPIANTO LFM

Lo scopo del dimensionamento dell'impianto di illuminazione è quello di assicurare un'adeguata visibilità, comfort visivo e un senso di sicurezza a chiunque vi transiti, sia durante le ore serali che notturne. Questo scopo viene raggiunto quando l'illuminazione rende possibile ai conducenti delle autovetture una corretta verifica del tracciato che si apprestano a percorrere ed una veloce identificazione di eventuali pericoli od ostacoli presenti lungo il percorso, con particolare riferimento agli attraversamenti pedonali e/o alle aree di passaggio.

### 2.1 *Intervento*

L'intervento prevede l'adeguamento Strada Provinciale 582 del Colle S. Bernardo, sulla quale viene realizzato un primo manufatto scatolare con il quale la rampa di immissione autostradale sovrappassa la viabilità in oggetto, un secondo manufatto scatolare con cui l'infrastruttura ferroviaria sovrappassa la viabilità, che successivamente si ricuce con la viabilità esistente in prossimità del sovrappasso autostradale esistente.

Dal punto di vista normativo l'intervento è classificato come adeguamento di una viabilità esistente e pertanto il progetto è stato sviluppato in accordo con il DM n. 147 del 22/04/2004.

Ai sensi del codice della strada, la NV07 è classificata come "Strada locale urbana di Categoria F". La strada è ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia da 3,50 m (dimensioni aumentate per consentire il transito del TPL) e banchine laterali da 0,5 m, di modo che la larghezza complessiva della piattaforma risulti pari a 8,00 metri. Su entrambi i lati sono previsti marciapiedi di larghezza 1,50 m.

Data la brevità dell'intervento e tenendo conto delle caratteristiche della strada esistente (tipologia, presenza di accessi privati, raccordi altimetrici ridotti, problemi di allagamenti e larghezza media della piattaforma stradale ridotta), al fine di ottimizzare il tracciato e le opere, la velocità di progetto massima adottata è stata pari a 50 km/h. Il limite amministrativo è stato imposto pari a 50 km/h, pari alla velocità di progetto massima utilizzata, coerentemente con le condizioni attuali.

### 2.2 *Caratteristiche armatura stradale*

La progettazione dell'impianto di illuminazione della nuova viabilità prevede l'installazione di corpi illuminanti con sorgente luminosa a LED, che presentano notevoli vantaggi rispetto le tecnologie

convenzionali in termini di efficienza luminosa, di oltre 138 lm/W, e di durata di funzionamento. Le caratteristiche elettriche principale dei corpi illuminanti che si dovranno installare nella nuova viabilità sono:

- Apparecchio di illuminazione con ottica stradale;
- Corpo in pressofusione di alluminio pressofuso verniciato;
- Potenza dell'apparecchio illuminante fino a 72 W;
- Flusso luminoso 9950 lumen;
- Grado di protezione IP66;
- Temperatura di colore: 4000 K;
- Classe di isolamento II;
- Resistenza agli urti: IK08;
- Protezioni sovratensioni 10 kV.

### **2.3 Caratteristiche proiettore sottopasso**

La progettazione dell'impianto di illuminazione del sottopasso prevede l'installazione di corpi illuminanti con sorgente luminosa a LED, avente le seguenti caratteristiche elettriche:

- Potenza dell'apparecchio illuminante: 50 W;
- Flusso luminoso di: ~7000 lm;
- grado di protezione: IP66;
- Temperatura di colore: 4000 K
- classe isolamento: II;
- diffusore in vetro temprato;
- corpo in alluminio;
- ottica asimmetrica.

Gli apparecchi illuminanti dovranno avere il marchio che ne certifichi la conformità e qualità ed essere conformi alle normative vigenti in termini di inquinamento ambientale e rischio fotobiologico.

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 *Elaborati di progetto*

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo quanto riportato nella presente Relazione Tecnica e negli ulteriori elaborati di Progetto Definitivo sotto riportati, che sono indicativi nell'indice di revisione più aggiornato, ai quali si farà riferimento esplicito od implicito nel presente documento:

<b>CODIFICA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
IV0I00D18P9LF3400002	Nuova viabilità NV07 - Disposizione apparecchiature e cavidotti.
IV0I00D18DXLF3400002	Nuova viabilità NV07 - Schema elettrico QVIAB fronte quadro e dimensionamento cavi

### **3.2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

Per l'esecuzione del presente progetto sono state adottate le Norme UNI EN nella loro edizione più recente nonché le Norme Tecniche, Istruzioni e Circolari RFI vigenti, delle quali si elencano qui di seguito le principali:

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"
- REGOLAMENTO REGIONALE DI ATTUAZIONE N.5 DEL 15 SETTEMBRE 2009, recante "Disposizioni per il contenimento dell'inquinamento luminoso e il risparmio energetico", ha posto le basi per l'adeguamento degli impianti di illuminazione in un'ottica di garanzia e miglioramento dei necessari livelli di sicurezza sociale e valorizzazione del territorio, inteso come risorsa naturalistica e patrimoniale dei cittadini, anche a salvaguardia dell'osservazione della volta celeste.

Normative Tecniche:

- Norma CEI EN 60598-1 – "Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove";
- UNI EN 11248 Novembre 2016 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2 Febbraio 2016 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3 Febbraio 2016 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4 Febbraio 2016 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI 10819 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- UNI EN 12464-2 – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno.

## 4 DESCRIZIONE GENERALE CALCOLO ILLUMINOTECNICO

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.

## 5 CALCOLO ILLUMINOTECNICO VIABILITÀ

### 5.1 Verifica categoria strada

La norma *UNI EN 13201-2* distingue le categorie illuminotecniche in “M” per strada a traffico motorizzato e in “C” per strade o zone di conflitto a traffico motorizzato e utilizzo di altri utenti (pedoni, ciclisti ecc.).

### 5.1 Classificazione viabilità

La nuova viabilità NV07 è costituita da 1 ramo e un sottopasso.

## 5.2 Classificazione rami

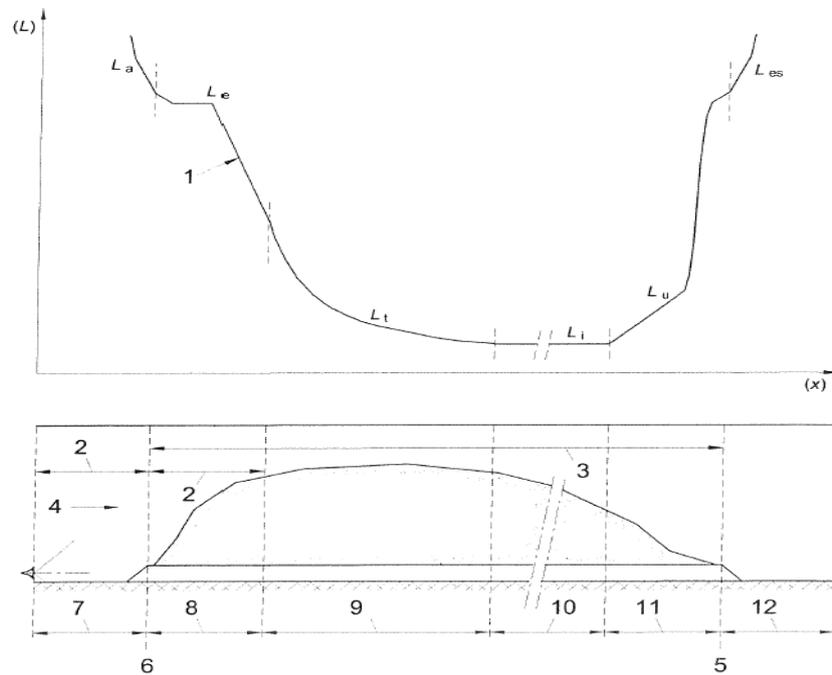
NV07			
ASSE	CATEGORIA FUNZIONALE STRDALE	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA	FINALITÀ DI INTERVENTO
Adeguamento viabilità - SP 582 del Colle S. Bernardo -NV07	F (0,50 + 3,50 + 3,50 + 0,50 = 8,00 m) + 1,50 m di marciapiedi	M4	Urbana Locale

## 5.3 Caratteristiche geometriche sottopasso

Il sottopasso è costituito da un fornice di sezione rettangolare e di lunghezza pari a circa 15 m. Il fornice è caratterizzato da:

- una carreggiata a doppia corsia larga 8m, una banchina su entrambi di larghezza pari a ~ 0,50 m;
- un'altezza rispetto al piano strada di circa 5 m.

Come riportato in figura 2, la norma UNI 11095 prevede la suddivisione dell'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 prima dell'imbocco, dalla distanza di riferimento.



**Figura 1 – Diagramma delle luminanze**

**Legenda:**

- |                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Curva delle luminanze   | 8. Zona di entrata               |
| 2. Distanza di riferimento | 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 (cd/m <sup>2</sup> ) |
| 7. Zona di accesso         | x Distanza(m)                    |

Con riferimento al prospetto 1 della norma **UNI 11248**:

prospetto 1 **Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi**

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
Strade locali interzonali	50	M3	
	30	C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	
<p>1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792<sup>[10]</sup>.</p> <p>2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).</p> <p>3) Vedere punto 6.3.</p> <p>4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".</p>			

**Tabella 1- Classificazione delle strade della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi**

Nel caso in esame abbiamo sia strade urbane con velocità massima di 50 km/h; la categoria di ingresso selezionata per l'analisi di rischio è la "M4", alla quale corrispondono i seguenti valori caratteristici illuminotecnici principali (Rif.to UNI EN 13201-2, Prospetto1).

 prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
	Asciutto		Bagnato			Asciutto
	$\bar{L}$ [minima mantenuta] cd × m <sup>2</sup>	$U_0$ [minima]	$U_1^{a)}$ [minima]	$U_{ow}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{EI}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

**Figura 2 - Categorie illuminotecniche M**

### 5.3.1 Analisi dei rischi viabilità per la categoria individuata M4

Di seguito sarà riportata l'analisi dei rischi, che definisce la categoria illuminotecnica di progetto utilizzata nel calcolo di tipo "stradale". Attraverso tale calcolo viene definita la configurazione tipologica del sistema d'illuminazione, in termini di campata massima, altezza dei sostegni, tipologia e posizione dei corpi illuminanti rispetto al margine della carreggiata tale da rispettare i valori di illuminamento e di uniformità richiesti dalla Norma UNI EN 13201-2.

Al fine di garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzare i consumi energetici, i costi di installazione e di gestire l'impatto ambientale si procede alla scelta della categoria di progetto effettuando un'analisi dei rischi consistente nella valutazione dei parametri di influenza più significativi; tale valutazione potrà condurre ad una eventuale riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso.

I parametri di influenza presi in considerazione per il presente progetto sono stati selezionati tra quelli illustrati nel prospetto 2 della norma UNI 11248. Nella tabella 1 viene riportata l'analisi dei rischi effettuata a partire dalla categoria di ingresso M4.

TIPO DI STRADA	CATEGORIA INGRESSO	ILLUM.	NUMERO CAT. INGRESSO
F	M4		4
PAREMETRO DI INFLUENZA	VALUTAZIONE DEL PARAMETRO DI INFLUENZA		VARIAZIONE MASSIMA CAT. ILLUMINOTECNICA
Complessità del campo visivo	Presente		0
Condizioni conflittuali	Presenti		0
Segnaletica cospicua	Normale		0
Svincoli/intersezione a raso	Presente		0
Attraversamenti pedonali	Presenti		0
VARIAZIONE TOTALE INDICE	0		4
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO	NUMERO DELLA CATEGORIA DI PROGETTO		
M4	4		

**Tabella 2 - Parametri di influenza costanti nel lungo periodo**

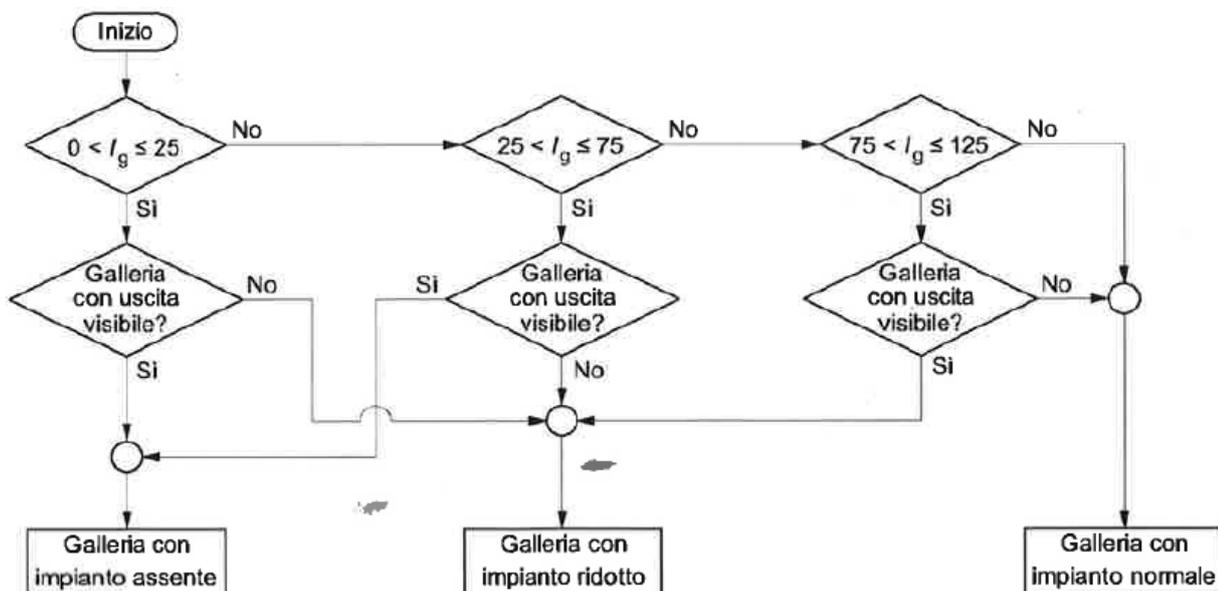
Con riferimento alla Tabella 2 si evidenzia che, al presente livello di progettazione, non vi sono sufficienti riscontri tali da consentire di apportare una riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso. Pertanto, la categoria di progetto risultante, che verrà utilizzata nello sviluppo dei calcoli illuminotecnici relativi alla viabilità è la M4.

#### 5.4 Diagramma decisionale per l'illuminazione diurna

Nel caso in oggetto, essendo la galleria posta su una viabilità di tipo locale urbana F, dovrà essere seguito il diagramma decisionale III della figura 3 della Norma UNI 11095.

Il diagramma decisionale definisce che per il sottopasso in oggetto, avente lunghezza pari a circa 16 m e "uscita visibile", dovrà essere adottata la tipologia con impianto assente. Il progetto illuminotecnico verterà, pertanto, alla sola verifica dell'*illuminazione notturna* del sottopasso.

figura 4 Diagramma decisionale per galleria rettilinea e con strada di accesso rettilinea con pendenza longitudinale costante (III)



## 6 MODALITÀ DI CALCOLO

Per effettuare le verifiche è stato utilizzato il software di calcolo illuminotecnico DIALux; i risultati delle verifiche sono riportati nei documenti allegati ai capitoli seguenti. Tutti i calcoli sono stati condotti su modelli di dimensioni reali.

Nello sviluppo dei calcoli si è tenuto conto dello stato di inquinamento delle aree, della vita stimata delle lampade e di intervalli di manutenzione di durata “standard” per questo tipo di installazioni, utilizzando un fattore di abbattimento delle prestazioni dei corpi illuminanti di 80%. Per tutte le zone la superficie di calcolo per la determinazione dell’illuminamento medio e della uniformità è stata posta a quota strada.

## 7 ALLEGATI

- Allegato - Calcoli illuminotecnici VIABILITÀ
- Allegato – Calcoli illuminotecnici SOTTOPASSO

SOTTOPASSO

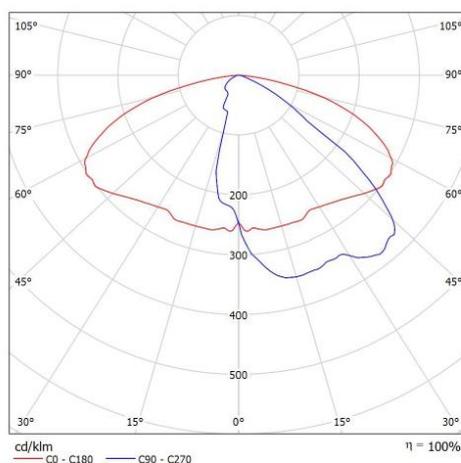


Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### ARMATURA STRADALE 72W/ Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 37 74 96 100 100

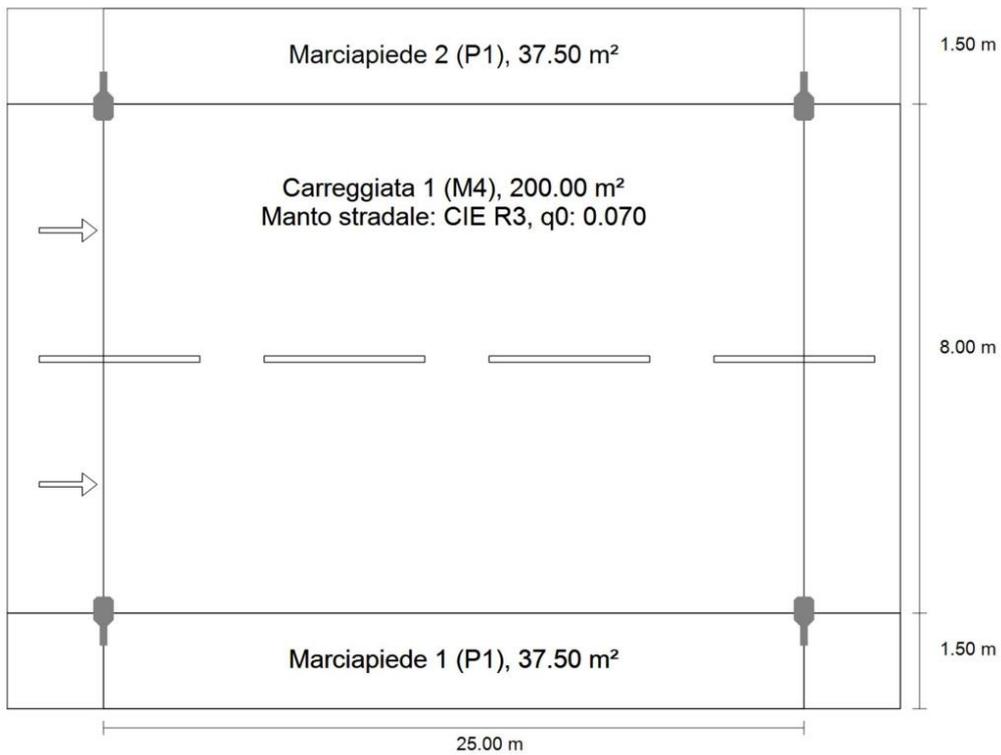
A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

TRATTA FINALE L. - ANDORA

**DIALux**

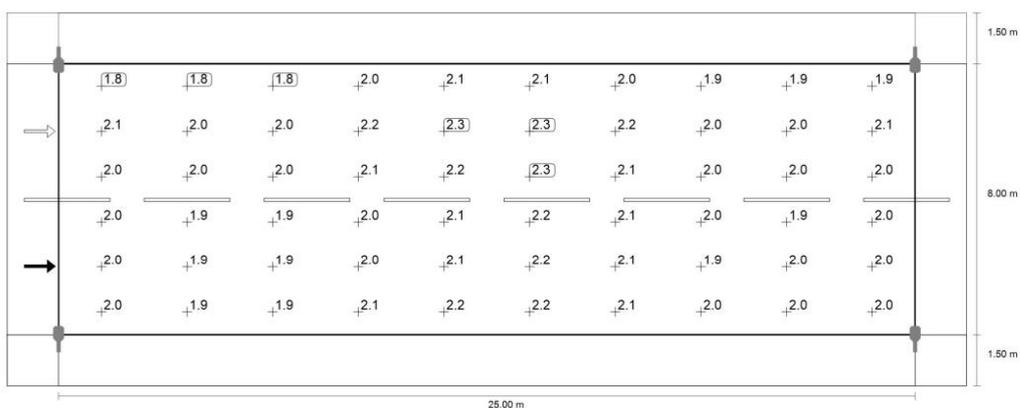
Alternativa 1

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**



TRATTA FINALE L. - ANDORA

**DIALux**



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [ $\text{cd/m}^2$ ] (Raster dei valori)

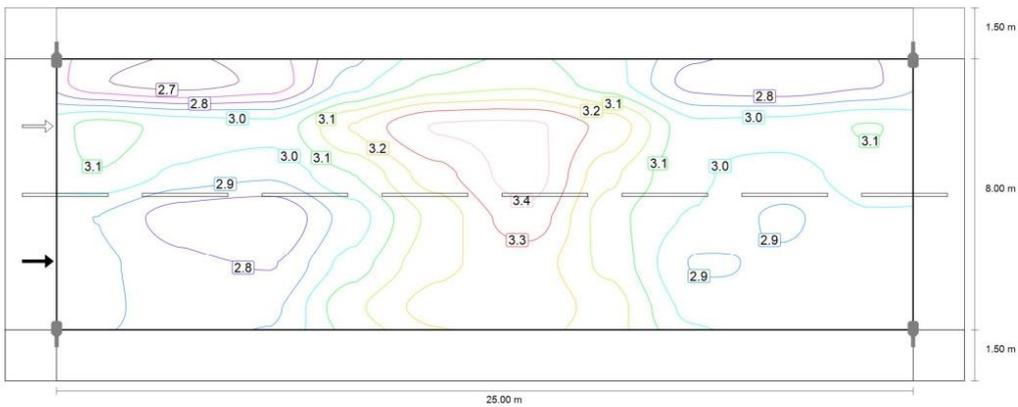
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.833	1.81	1.78	1.82	1.98	2.06	2.09	2.02	1.88	1.86	1.89
7.500	2.07	2.03	2.02	2.15	2.25	2.26	2.18	2.01	2.02	2.05
6.167	2.05	1.99	1.96	2.05	2.18	2.27	2.11	2.01	1.98	2.03
4.833	1.95	1.87	1.86	1.98	2.12	2.23	2.07	2.00	1.95	1.99
3.500	1.96	1.91	1.90	2.02	2.14	2.17	2.09	1.95	1.96	1.97
2.167	1.96	1.91	1.94	2.09	2.17	2.19	2.12	1.98	1.95	1.98

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [ $\text{cd/m}^2$ ] (Tabella valori)

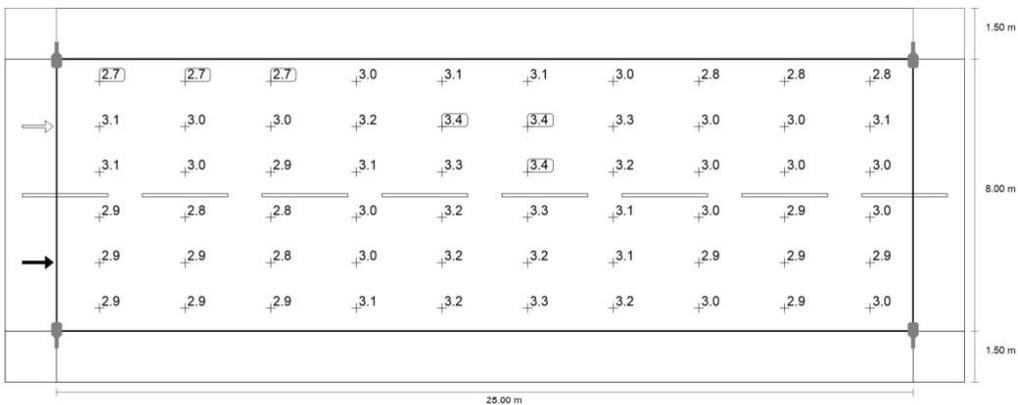
	$L_m$	$L_{min}$	$L_{max}$	$g_1$	$g_2$
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	2.02 $\text{cd/m}^2$	1.78 $\text{cd/m}^2$	2.27 $\text{cd/m}^2$	0.881	0.783

TRATTA FINALE L. - ANDORA

**DIALux**



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Raster dei valori)

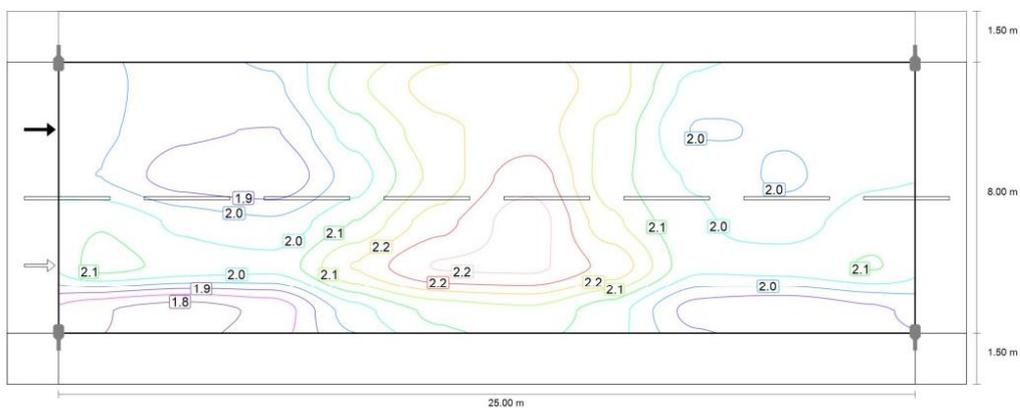
TRATTA FINALE L. - ANDORA

**DIALux**

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.833	2.70	2.66	2.71	2.95	3.08	3.12	3.02	2.81	2.78	2.82
7.500	3.09	3.04	3.01	3.21	3.36	3.37	3.26	3.00	3.02	3.07
6.167	3.06	2.97	2.93	3.06	3.25	3.39	3.15	3.00	2.95	3.03
4.833	2.91	2.80	2.77	2.95	3.16	3.33	3.09	2.98	2.90	2.98
3.500	2.93	2.86	2.84	3.02	3.19	3.25	3.12	2.91	2.92	2.94
2.167	2.93	2.86	2.90	3.12	3.24	3.27	3.17	2.96	2.92	2.95

Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Tabella valori)

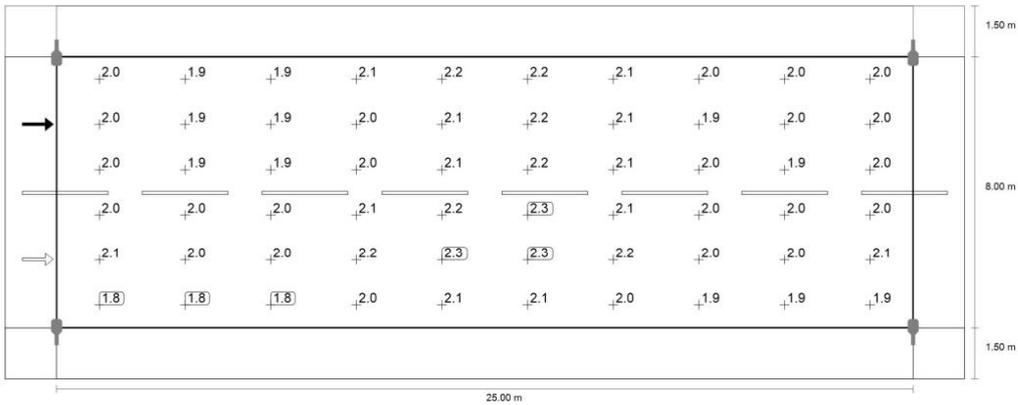
	L <sub>m</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	3.02 cd/m <sup>2</sup>	2.66 cd/m <sup>2</sup>	3.39 cd/m <sup>2</sup>	0.881	0.783



Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)

TRATTA FINALE L. - ANDORA

**DIALux**



Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>] (Raster dei valori)

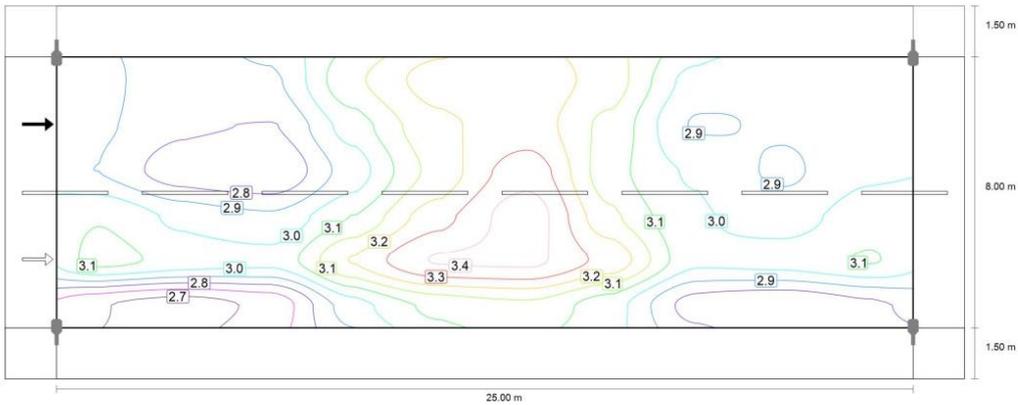
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.833	1.96	1.91	1.94	2.09	2.17	2.19	2.12	1.98	1.95	1.98
7.500	1.96	1.91	1.90	2.02	2.14	2.17	2.09	1.95	1.96	1.97
6.167	1.95	1.87	1.86	1.98	2.12	2.23	2.07	2.00	1.95	1.99
4.833	2.05	1.99	1.96	2.05	2.18	2.27	2.11	2.01	1.98	2.03
3.500	2.07	2.03	2.02	2.15	2.25	2.26	2.18	2.01	2.02	2.05
2.167	1.81	1.78	1.82	1.98	2.06	2.09	2.02	1.88	1.86	1.89

Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>] (Tabella valori)

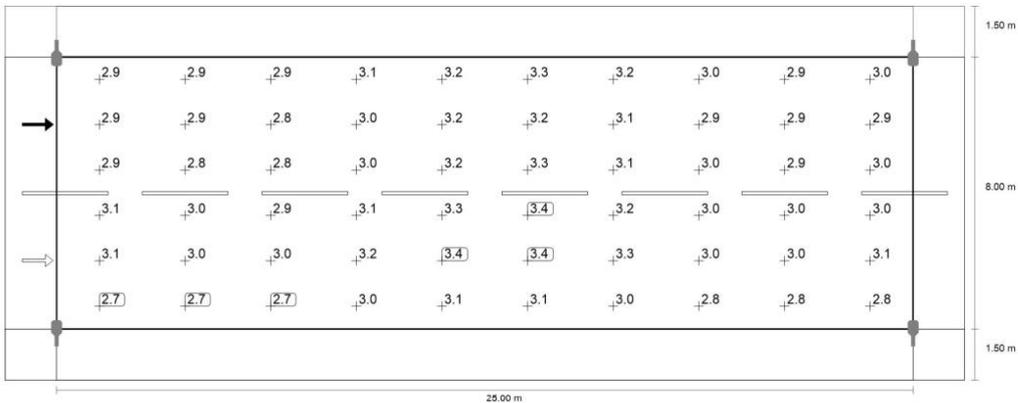
	L <sub>m</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	2.02 cd/m <sup>2</sup>	1.78 cd/m <sup>2</sup>	2.27 cd/m <sup>2</sup>	0.881	0.783

TRATTA FINALE L. - ANDORA

**DIALux**



Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)



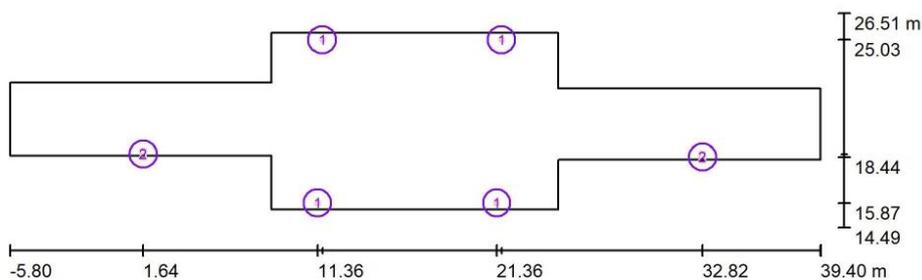
Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Raster dei valori)

SOTTOPASSO



Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**Sottopasso Notturno / Lampade (planimetria)**



Scala 1 : 324

**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione
1	4	PROIETTORE LED 50W
2	2	ARMATURA STRADALE 72W

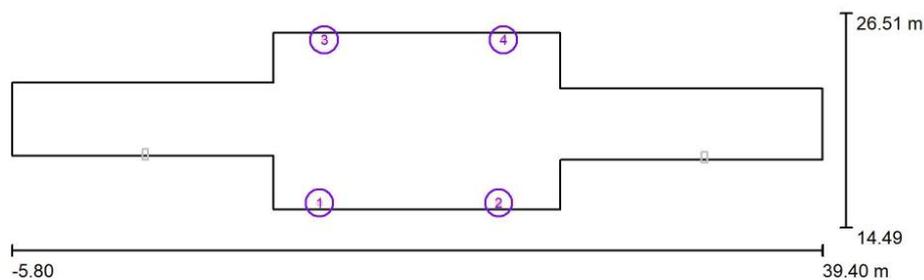
SOTTOPASSO



**DIALux**  
07.02.2022

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**Sottopasso Notturno / Notturno Sottopasso / Dati di pianificazione**



Scala 1 : 324

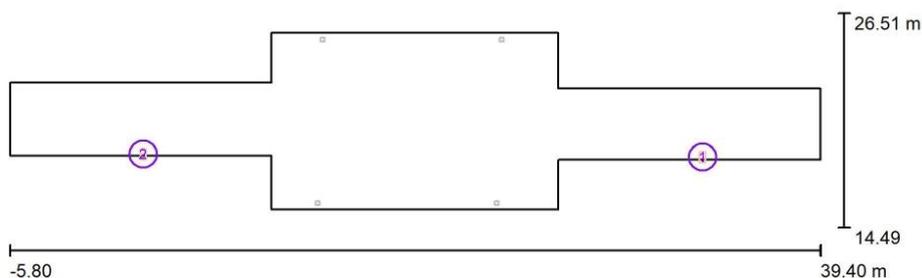
No.	Lampada	Posizione [m]			Rotazione [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	PROIETTORE LED 50W	11.360	15.868	5.200	0.0	0.0	-90.0
2	PROIETTORE LED 50W	21.360	15.868	5.200	0.0	0.0	-90.0
3	PROIETTORE LED 50W	11.625	25.025	5.200	0.0	0.0	90.0
4	PROIETTORE LED 50W	21.625	25.025	5.200	0.0	0.0	90.0

SOTTOPASSO



Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**Sottopasso Notturmo / Notturmo Stradale / Dati di pianificazione**



Scala 1 : 324

No.	Lampada	Posizione [m]			Rotazione [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ARMATURA STRADALE 72W	32.819	18.443	8.000	0.0	0.0	0.0
2	ARMATURA STRADALE 72W	1.642	18.604	8.000	0.0	0.0	0.0

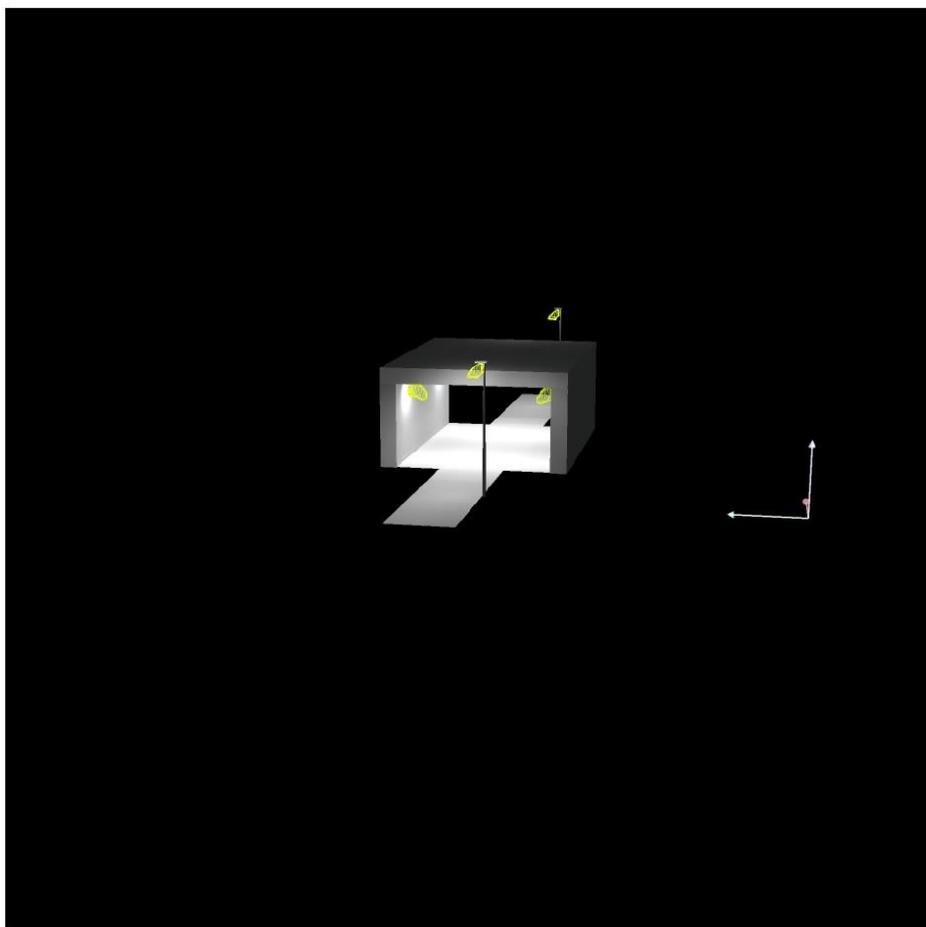
SOTTOPASSO



**DIALux**  
07.02.2022

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**Sottopasso Notturno / Illuminazione Notturna / Rendering 3D**



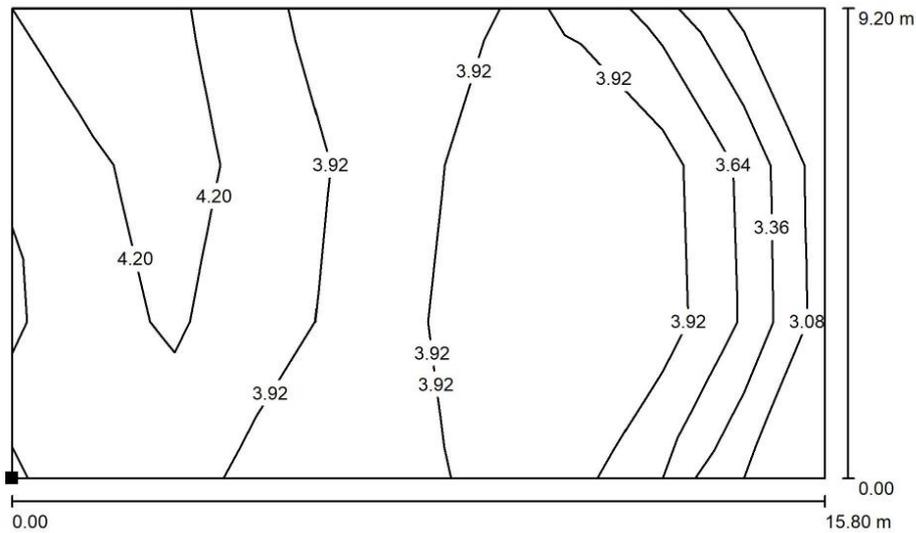
SOTTOPASSO



**DIALux**  
07.02.2022

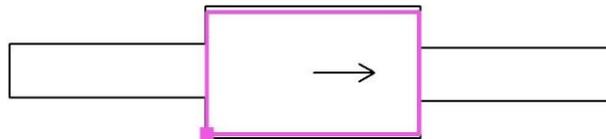
Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**Sottopasso Notturno / Illuminazione Notturna / Sottopasso / Isolinee (L)**



Valori in Candela/m<sup>2</sup>, Scala 1 : 113

Posizione della superficie nella scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(8.900 m, 15.800 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 3 Punti  
Posizione dell'osservatore: (-51.100 m, 20.400 m, 1.500 m)  
Linea di mira: 0.0 °  
Manto stradale: R3, q0: 0.070

$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	$L_v$ [cd/m <sup>2</sup> ]
3.95	0.75	0.81	0.02

## 8 RISULTATI CALCOLI

### 8.1 Calcolo Illuminazione viabilità

Carreggiata 1 (M4)	$L_m$	2.02 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.88	$\geq 0.40$	✓
	$U_l$	0.87	$\geq 0.60$	✓
	TI	9 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{El}^{(1)}$	0.63	-	-

### 8.2 Calcolo Illuminazione notturna Sottopasso

In questo paragrafo verranno riportati i risultati di calcolo per la verifica dell'illuminazione notturna del sottopasso oggetto della presente relazione, ottenuti mediante il software Dialux 4.13.

La normativa UNI 11095 impone la necessità dell'illuminazione notturna dell'intera galleria e dei tratti di strada immediatamente all'uscita della galleria, indipendentemente dalla lunghezza della galleria.

Il requisito da rispettare per l'illuminazione notturna delle gallerie definita nella UNI 11095, per il caso in oggetto, è il seguente:

- 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.

Inoltre, per le gallerie a doppio senso di marcia le uniformità di luminanza dovranno soddisfare i limiti minimi imposti nel prospetto 4, ossia:

$$U_{o,cm,r} \geq 0,50$$

Nella tabella che segue si riporta una sintesi dei risultati ottenuti:

**Tabella 3 – Risultati calcolo**

Categoria strada	Luminanza media strada di accesso (UNI 11095) [cd/m <sup>2</sup> ]	Uniformità di luminanza (UNI 11095)	Luminanza media sottopasso (calcolo) [cd/m <sup>2</sup> ]	Uniformità di luminanza (calcolo)
M4	1,00	0,50	<b>3,95</b>	<b>0,75</b>