




REGIONE DEL VENETO 	VI.ABILITA' S.r.l. 	PROVINCIA DI VICENZA 										
<h2 style="text-align: center; color: green;">"SP 134 Tunnel Schio-Valdagno: Rifacimento impianto di illuminazione delle gallerie SchioValdagnoPass e Valle Miara"</h2> <h3 style="text-align: center; color: green;">Commessa 15/2019</h3>												
<h1 style="text-align: center; color: red;">PROGETTO ESECUTIVO</h1>												
oggetto	GALLERIA VALLE MIARA RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO											
Presidente di Vi.abilità S.r.l. Dott.ssa Magda Dellai		Il Direttore Generale di Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni										
progettazione  SINT Ingegneria <small>SR</small> Via Cristoforo Colombo, 106 I-36061 Bassano del Grappa (VI) Tel.: +39 0424 568457 Fax: +39 0424 219564 E-mail: info@sintingegneria.it Web-site: www.sintingegneria.it Ing. Francesco Fantinato Ing. Luca Bernardi	responsabile dei lavori(D.L.gs. 81/08) Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni	elaborato <h2 style="text-align: center;">EEriI02</h2> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>data</td> </tr> <tr> <td>11/2019</td> </tr> <tr> <td>aggiornamento/i data e numero</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td>scala/e</td> </tr> <tr> <td>-</td> </tr> <tr> <td>commessa/e</td> </tr> <tr> <td>15/2019</td> </tr> <tr> <td>codice elaborato</td> </tr> <tr> <td>19020_0EEriI02</td> </tr> </table>	data	11/2019	aggiornamento/i data e numero		scala/e	-	commessa/e	15/2019	codice elaborato	19020_0EEriI02
data												
11/2019												
aggiornamento/i data e numero												
scala/e												
-												
commessa/e												
15/2019												
codice elaborato												
19020_0EEriI02												
eseguito Ing. Luca Bernardi	controllato Ing. Luca Bernardi											
Vi. abilità S.r.l. Via L.L. Zamenhof, 829 36100 -- Vicenza - Italy	Tel. +39 0444 385711 Fax +39 0444 385799 E -- mail info@vi-abilita.it Web site www.vi-abilita.it	Capitale sociale: 5.050.000,00 euro Partita IVA: 02928200241 Registro Imprese di Vicenza: 02928200241 R:E:A: di Vicenza: n. 285329										
QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO IN TUTTO O IN PARTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI VI.ABILITA' S.p.A. (Legge 22.04.1941, n.633 -- art. 2575 E SEGG. C.C.)												

COMMITTENTE: Vi.abilità S.r.l.

**OGGETTO: SP 134 TUNNEL SCHIO-VALDAGNO: RIFACIMENTO
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELLE GALLERIE
SCHIOVALDAGNOPASS E VALLE MIARA" -
COMMESSA 15/2019.**

**TITOLO: GALLERIA VALLE MIARA
RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO**

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
1.1 DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE.....	2
1.2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	2
2. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI	3
3. DATI INIZIALI DI PROGETTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	4
3.1 DATI DI PROGETTO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI AL CONTORNO	4
3.2 DATI DI PROGETTO ILLUMINOTECNICI	5
3.2.1 DEFINIZIONI	5
3.2.2 RILIEVI PER LA DETERMINAZIONE DELLE LUMINANZE AMBIENTALI ESTERNE DI IMBOCCO	6
3.2.3 VALUTAZIONE ANDAMENTO DELLA LUMINANZA MEDIA TRASVERSALE NELLA ZONA DI RINFORZO (ENTRATA + TRANSIZIONE)	7
3.2.4 CURVE DI LUMINANZA NELLE ZONE DI RINFORZO	10
3.2.5 LUMINANZE NELLA ZONA INTERNA	11
3.2.6 ILLUMINAZIONE DI RISERVA	11
3.2.7 LUMINANZA NOTTURNA.....	11
3.2.8 LUMINANZA DELLE PARETI	11
3.2.9 LIVELLI DI UNIFORMITÀ.....	11
3.2.10 LIMITAZIONE DELL'ABBAGLIAMENTO	11
3.2.11 FATTORE DI MANUTENZIONE	12
3.2.12 CONSIDERAZIONI SUL RISPARMIO ENERGETICO	12
4. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA NUOVA SOLUZIONE TECNICA	12
4.1 GENERALITÀ.....	12
4.2 APPARECCHI ILLUMINANTI A LED DI RIFERIMENTO.....	13
5. ALLEGATI.....	19

1. PREMESSA

Il presente documento, nell'ambito dell'intervento di rifacimento degli impianti di illuminazione ordinaria e di emergenza, asservito alla galleria "Valle Miara", intende evidenziare i seguenti contenuti:

- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento dell'impianto;
- i dati tecnici di ingresso per il calcolo;
- la procedura e/o il programma software di calcolo utilizzati;
- risultati dei calcoli illuminotecnici.

Per quanto concerne le caratteristiche dei materiali ed altri dettagli con i quali verrà realizzato l'impianto si rinvia agli altri elaborati di progetto (disegni, relazioni e specifiche tecniche ed all'elenco Voci).

1.1 DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito verranno impiegate le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- AD - Azienda distributrice di energia elettrica (ENEL)
- BT o bt - Simbolo generico di "Sistema di bassa tensione in c.a." (400/230V)
- CA - Continuità assoluta
- CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA - Capitolato Speciale di Appalto
- CPS - Central Power Supply (UPS a Norma CEI EN 50171)
- DL - Direzione dei Lavori, generale o specifica
- FM - Forza Motrice
- f.o./F.O. - Fibra Ottica
- GE - Gruppo Elettrogeno
- IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- I/O - Input/Output
- IS - Illuminazione di Sicurezza per evacuazione
- LED - Ligthing Emitting Diode
- MT - Simbolo generico di "Media Tensione"
- PE - illuminazione Permanente di Emergenza
- PLC - Programmable Logic Controller
- PO - illuminazione Permanente Ordinaria
- PROV - Provvisorio
- QBT6 - Quadro elettrico generale BT cabina Valle Miara
- RI - Rinforzo di Ingresso
- SdF - Stato di Fatto
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- UPS - Gruppo di continuità assoluta

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

1.2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto esecutivo degli impianti di illuminazione.

Leggi e Decreti

- D. Leg.vo n. 285 del 1992 – "Nuovo Codice della Strada", D. Leg.vo n.9 del 15/01/2002, "Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada" e s.m.i.
- D.M. del 14/09/05 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali"
- D.M. n° 37 del 22/01/08 "Regolamento [...] recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"

Norme CEI

Tutta la normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano in generale, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norma CEI 64-8 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua"
- Norma CEI 64-20 - "Impianti elettrici nelle gallerie stradali".

Norme UNI

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

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

2. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI

Gli impianti previsti nel presente progetto dovranno essere realizzati nei seguenti ambienti tipici:

- Gallerie stradali: ai sensi della Norma CEI 64-8/7 sezione 751 e della specifica Norma CEI 64-20 sezione 5.3, trattasi di ambiente a maggior rischio in caso di incendio. Tale classificazione comporta i seguenti provvedimenti particolari:
 - i dispositivi di controllo e protezione devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti all'interno di involucri chiusi a chiave;
 - è vietato l'uso del conduttore PEN;
 - le condutture saranno posate secondo una delle modalità indicate con a1, c1 o c2 nell'articolo 751.04.2.6 della Norma CEI 64-8/7 sezione 751;
 - i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti completi di protezione differenziale con corrente di intervento non superiore a 300 mA. Tale prescrizione non vale per le condutture facenti parte dei circuiti di sicurezza;
 - è necessaria, per quanto possibile, la selettività delle protezioni in modo che un guasto non coinvolga i circuiti non interessati.
- locali tecnici normalmente non presidiati: trattasi di ambienti ordinari (assimilabili ad ambienti industriali), pertanto per gli impianti realizzati al loro interno valgono le regole generali indicate nelle parti 4 e 5 della Norma CEI 64-8.

Si sottolinea che tutti i nuovi cavi previsti per l'opera in oggetto dovranno essere rispondenti al CPR (regolamento prodotti da costruzione UE 305/11), dotati di marcatura CE e provvisti di Dichiarazione di Performance (DoP).

In particolare, per l'opera in oggetto la tipologia di cavi ammesse, nei diversi ambienti sopra indicati, sono:

- per gli impianti in galleria posati in sede non protetta (ad esempio per la posa in canalina portacavi): cavi tipo FG18(O)M16 con classe di reazione al fuoco B2ca - s1a, d1, a1
- per impianti in locali tecnici collocati all'aperto e per gli impianti all'aperto: cavi tipo FG16(O)R16 cavi con classe di reazione al fuoco Cca - s3, d1, a3
- per gli impianti di sicurezza/emergenza in galleria posati, in tutto o in parte, in sede non protetta: cavi tipo FTG10(O)M1 resistenti al fuoco (*)

(*) Ad oggi, rimangono esclusi dalla classificazione di comportamento (o Reazione) al fuoco i cavi resistenti al fuoco, in quanto le norme europee per questa gamma di prodotti sono ancora in fase di elaborazione.

Inoltre, per le gallerie stradali risulta determinante, per la salvaguardia degli utenti, la continuità di esercizio dei sistemi di sicurezza. Pertanto per i relativi circuiti di alimentazione e di comunicazione, oltre alla "Reazione al fuoco", diventa importante prescrivere un'adeguata "Resistenza al fuoco" in caso di incendio, tramite i seguenti provvedimenti:

- utilizzo, per i collegamenti principali o dorsali, di cavi resistenti al fuoco con requisito P o PH (secondo CEI EN 50200 o CEI EN 50362) non inferiore a 60, ovvero adozione di modalità di posa dei cavi tali da garantire prestazioni di resistenza al fuoco non inferiori a P60.
- realizzazione delle derivazioni per l'alimentazione terminale degli apparecchi asserviti agli impianti di sicurezza mediante cassette dotate di protezione elettrica in grado di evitare che, in caso di guasto

elettrico dell'apparecchio utilizzatore investito dall'incendio, si interrompa la continuità elettrica della dorsale principale. Le cassette dovranno garantire tale requisito anche in caso di esposizione all'incendio per un tempo non inferiore a 60 minuti.

- limitatamente agli impianti di ventilazione in galleria, il requisito di "Resistenza al fuoco", sia per le dorsali principali sia per le derivazioni di alimentazione terminale, deve essere garantito per un tempo non inferiore a 90 minuti (anziché 60 minuti come per gli altri sistemi di sicurezza).

3. DATI INIZIALI DI PROGETTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

3.1 DATI DI PROGETTO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI AL CONTORNO

Costituiscono oggetto del presente paragrafo i dati di progetto derivanti dai vincoli al contorno non aventi carattere illuminotecnico. Essi risultano riassunti nella tabella seguente:

Dato	Valore
Tipologia galleria	Bidirezionale a doppio fornice
Lunghezza galleria totale	≈ 620 m
Quota galleria	< 500 m
Latitudine	45°
Velocità massima (km/h)	70+10 = 80 km/h
Pendenza tratto imbocco Sud	≈ 3,2 % (salita)
Pendenza tratto imbocco Nord	≈ -4,8% (discesa)
Numero corsie	2
Altezza tunnel (in asse)	≈ 5 m (artificiale) / ≈ 6,8 m (naturale)
Larghezza totale tunnel (m)	≈ 9,7 m
Larghezza corsie (m)	3,75+3,75 (marcia dir. Nord + marcia dir. Sud)
Marciapiede destro	1,1
Marciapiede sinistro	1,1

Dati principali della galleria

Altri dati di progetto di carattere non illuminotecnico sono:

- posizione degli apparecchi illuminanti: nell'allegato 1 viene riportata la sezione tipo del tunnel di cui trattasi, con l'indicazione della posizione degli apparecchi illuminanti assunta nei calcoli dimensionali.
- caratteristiche di riflessione del manto stradale: per i manti stradali la norma UNI 11095 fa riferimento alla ripartizione standard del tipo C2. Tenendo però conto che gli attuali manti sono più scuri rispetto al manto C2 normalizzato, la stessa norma richiede di adottare un coefficiente medio di luminanza $Q_0 = 0,056 \text{ sr}^{-1}$.
- distanza di progetto illuminotecnico ($d_{p,max}$): nel caso di cui trattasi (ovvero galleria con strada di accesso rettilinea o in leggera curva) essa coincide con la distanza di riferimento (d_a) ovvero al tratto di strada necessario per portare un veicolo che viaggia alla velocità di riferimento al completo arresto in condizioni di sicurezza. Include sia la distanza coperta nel tempo di reazione, sia lo spazio di frenata. Il suo valore è funzione della prontezza a reagire del conducente e dell'aderenza dei pneumatici sul manto stradale. L'aderenza è rappresentata dal coefficiente d'attrito convenzionale e risulta fortemente influenzata dalle condizioni di asciutto o bagnato del manto stradale, dalla pendenza longitudinale del tratto stradale e dalla velocità di percorrenza. Sulla base dei dati di velocità e di pendenza sopra evidenziati sono state definite, considerando prevalente, per i casi che si sta trattando, la condizione di manto stradale asciutto e cielo sereno, sono state definite, per ciascun imbocco, le distanze di riferimento (d_a), ovvero le distanze dalle quali l'ostacolo di riferimento posto sulla carreggiata deve poter essere percepito dal conducente di un veicolo che viaggia alla velocità di riferimento, in modo tale che il conducente possa frenare in sicurezza per non urtare l'ostacolo. Le distanze di riferimento (d_a) vengono determinate mediante il seguente prospetto B.1 riportato nell'appendice B della Norma UNI 11095:

prospetto		B.1																				Autostrade ed altre strade - Superficie stradale asciutta - Distanze di riferimento [m]																		
Pendenza %	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																			
Velocità km/h																																								
30	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26																			
40	39	38	38	38	38	38	37	37	37	37	37	37	36	36	36	36	36	36	36	35	35																			
50	50	50	49	49	49	48	48	48	48	47	47	47	47	47	46	46	46	46	46	45	45																			
60	62	62	61	61	60	60	60	59	59	58	58	58	57	57	57	57	56	56	56	56	55																			
70		72	72	71	71	70	70	69	69	69	68	68	68	67	67	66	66	66	65	65																				
80		87	86	86	85	84	84	83	82	82	81	81	80	80	79	79	78	78	77	77																				
90			101	100	99	98	97	97	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89																					
100			118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	106	105	104	103																					
110				133	132	130	129	128	127	125	124	123	122	121	120	119	118	117																						
120				154	152	150	149	147	146	144	143	141	140	139	137	136	135	134																						
130					175	173	171	169	167	165	163	161	160	158	156	155	153																							
140					198	195	193	190	188	186	183	181	179	177	175	173	172																							
Nota Valori intermedi possono essere ottenuti per interpolazione lineare con arrotondamento al metro.																																								

Ne consegue che per i due imbocchi di cui trattasi i valori (da) sono:

IMBOCCO	VALORE (da = $d_{p,max}$)
IMBOCCO NORD (in DIREZIONE SUD)	≈ 84 m
IMBOCCO SUD (in DIREZIONE NORD)	≈ 80 m

Distanze di progetto ($d_{p,max}=d_a$)

3.2 DATI DI PROGETTO ILLUMINOTECNICI

3.2.1 DEFINIZIONI

La Norma UNI 11095 suddivide la sezione longitudinale della galleria in sei zone caratterizzate da differenti requisiti di luminanza in funzione del progressivo adattamento dell'occhio umano allo stato d'illuminazione della galleria.

Tali zone sono denominate:

- zona di accesso
- zona di entrata
- zona di transizione
- zona interna
- zona di uscita
- zona immediatamente esterna

Zona d'accesso: è costituita dal tratto di strada immediatamente precedente l'ingresso della galleria avente lunghezza pari alla distanza di progetto illuminotecnico. Nella zona d'accesso, un automobilista deve essere in grado di vedere all'interno del tunnel stesso un eventuale ostacolo posto ad una distanza non inferiore a quella di arresto (o di riferimento).

Zona di entrata: è costituita dalla parte iniziale del tunnel. L'illuminazione della zona di entrata dipende dalla luminanza della zona d'accesso ed è determinata considerando la percezione visiva di un automobilista che è ancora fuori del tunnel. La lunghezza di tale zona è funzione della velocità di riferimento e non deve risultare inferiore alla distanza di progetto. Diversi fattori influenzano la visibilità della strada entro il tunnel per un automobilista in fase di avvicinamento ad una galleria: tra essi l'illuminazione artificiale nel tratto di entrata che, qualora risultasse inadeguata, non consente l'individuazione in tempo utile degli eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata per intervenire sulla condotta di guida e l'abbagliamento velante della luce esterna che riduce il contrasto degli eventuali oggetti sulla superficie stradale. Pertanto, onde evitare

situazioni di potenziale pericolo per gli automobilisti, in corrispondenza a ciascun imbocco d'entrata, viene realizzata l'illuminazione di rinforzo in ingresso. L'illuminazione di rinforzo garantirà livelli di luminanza decrescenti dall'imbocco verso l'interno con valori di luminanza ed un andamento in grado di garantire i livelli di sicurezza e di prestazione indicati dalla Norma UNI 11095 e secondo quanto previsto nel Decreto 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali".

Zona di transizione: tratto interno successivo alla zona di entrata. Rappresenta la parte di tunnel in cui i livelli di luminanza devono essere gradualmente ridotti per raccordarsi ai livelli della zona interna, in modo da consentire l'adattamento dell'occhio ai minori valori di luminanza. La lunghezza del tratto di transizione dipende dalla velocità di riferimento e dalla differenza fra il livello di luminanza al termine della zona di entrata ed il livello di luminanza della zona interna.

Zona interna: tratto interno successivo alla zona di transizione. L'illuminazione è generalmente mantenuta ad un valore costante per tutta la lunghezza.

Zona di uscita: tratto interno del tunnel in cui la visione è influenzata dalla luminanza esterna. In tale tratto la visibilità non è di solito critica perché gli eventuali ostacoli vengono individuati chiaramente come corpi scuri su fondo chiaro. Tuttavia in condizioni di traffico notevole ed in presenza di veicoli di grandi dimensioni la capacità visiva può risultare sensibilmente ridotta.



Zona immediatamente esterna: tratto di strada all'aperto immediatamente dopo la sezione di uscita della galleria.

3.2.2 RILIEVI PER LA DETERMINAZIONE DELLE LUMINANZE AMBIENTALI ESTERNE DI IMBOCCO

In data 7 Maggio 2019 sono stati eseguiti sopralluoghi in campo al fine di:

- acquisire le foto dei due imbocchi alla distanza di progetto rispetto alla sezione di entrata in conformità alle prescrizioni dell'appendice D della Norma UNI 11095, ovvero:
 - obiettivo con apertura angolare sul piano orizzontale superiore a 60°
 - obiettivo al centro della corsia di ingresso (laddove possibile) ad un'altezza di 1,5m dal piano stradale
 - asse obiettivo orientato secondo la direzione foveale definita dalla UNI 11095

Le foto, così eseguite sono riportate nel seguito:

	
<p><i>Tunnel Valle Miara</i> Foto imbocco Nord dalla distanza di progetto (dp,max)</p>	<p><i>Tunnel Valle Miara</i> Foto imbocco Sud dalla distanza di progetto (dp,max)</p>

- misurare, in conformità alle prescrizioni dell'appendice H della Norma UNI 11095, tramite luminanzometro tarato, i valori delle luminanze delle diverse superfici che compongono lo scenario all'entrata della galleria (cielo, strada, portali, muri, ecc.). Gli esiti di tali misure sono riportati negli allegati 2 e 3

Per la misura di luminanza e di illuminamento sono stati utilizzati, rispettivamente, un luminanzometro ed un luxmetro aventi le seguenti caratteristiche:

Strumento	Marca	Modello	Caratteristiche
Luminanzometro (*)	Konica Minolta	LS-160 Matricola 20001327	<ul style="list-style-type: none"> • Campo di misura: 0.01 – 9,999.000 [cd/m²] • Precisione: $\pm 2\% \pm 1$ digit del valore misurato • Angolo di misura: $1/3^\circ$ • Area minima di misura: 4,5 mm • Distanza di misura: da ≈ 1 m a infinito
Luxmetro	Konica Minolta	T-10 A Matricola 20012047	<ul style="list-style-type: none"> • Campo di misura: 0.01 – 299.900 [lux] • Precisione: $\pm 2\% \pm 1$ digit del valore misurato

Note:

(*) il certificato di taratura è riportato nell'allegato 4

3.2.3 VALUTAZIONE ANDAMENTO DELLA LUMINANZA MEDIA TRASVERSALE NELLA ZONA DI RINFORZO (ENTRATA + TRANSIZIONE)

3.2.3.1 Valutazione andamento della luminanza media trasversale nella zona di rinforzo (entrata + transizione)

Rinviando agli allegati 5 e 6 per i dettagli in merito alla stima dei valori e degli andamenti della luminanza media trasversale della careggiata nelle zone di rinforzo per i due imbocchi, si riporta nel seguito la descrizione sommaria del metodo utilizzato per la loro determinazione.

In entrambe le zone che costituiscono la zona di rinforzo (zona di entrata e di transizione) deve avvenire un adattamento del sistema visivo dell'automobilista, progressivo ma continuo, tale da consentirgli la visione dell'ostacolo di riferimento dalla distanza di progetto fino ai bassi livelli di luce dell'illuminazione permanente.

Il modello di variazione della luminanza nelle zone del rinforzo, definito dal Rapporto tecnico CIE 88:2004 e ripreso dalla norma UNI 11095, è basato sull'ipotesi che l'automobilista, nel tratto di autostrada che precede l'imbocco (zona di accesso) guardi fisso l'entrata della galleria, entro un cono con semi apertura di $28,4^\circ$ limitato sotto e sopra da 2 semipiani a formare un diedro di $\pm 20^\circ$ con spigolo orizzontale passante per gli occhi dell'osservatore; i 2 semipiani schematicamente tengono conto dell'ampiezza del parabrezza vista dal conducente dell'automezzo e di conseguenza della schermatura della carrozzeria del veicolo. Lo scenario così individuato, con le sue luminanze, costituisce la superficie su cui l'occhio inizia il suo adattamento.

Avanzando poi verso l'imbocco della galleria questo scenario man mano cambia, abbracciando superfici sempre più ristrette e meno luminose, senza lembi di cielo, e nei pressi dell'entrata si riduce alla sola visione dell'interno della galleria. La variazione delle luminanze esterne (variazione delle parti viste di cielo, strada, boschi, portali, muri, ecc.), della luminanza atmosferica, di quella del parabrezza e dell'interno dell'automezzo induce l'occhio ad un adattamento progressivo che, tenuto conto degli elevati livelli di luminanza a cui avviene (visione fotopica), è anche molto rapido.

Il modello di adattamento unificato (metodo A della Norma UNI 11095) presuppone che per una distanza pari a metà della distanza di progetto non avvenga nessun adattamento dell'occhio, (primo tratto orizzontale della curva), ipotesi questa eccessivamente cautelativa che non sfrutta appieno le capacità di adattamento effettive dell'occhio, ma che di fatto costringe ad un maggior utilizzo di energia.

Queste considerazioni, in virtù delle richieste di risparmio energetico sancite dalle numerose leggi nazionali sui consumi energetici, sono state tradotte anche nella Norma UNI 11095:2019 nel metodo B e nel metodo analitico di cui all'Appendice D della stessa Norma.

Si precisa che nel caso di cui trattasi, l'andamento della luminanza di rinforzo è stato definito seguendo il metodo analitico indicato nell'Appendice D della Norma UNI 11095.

3.2.3.2 Zona di entrata

Come sinteticamente illustrato nel seguito, le foto e le misure delle luminanze ambientali ottenuti mediante sopralluogo in sito sono utili per la determinazione del valore di luminanza debilitante di progetto ($L_{v,75}$) alla distanza di progetto (d_{pmax}) (vedi allegati 5 e 6).

Il pedice (75) indica che sono esclusi, ai fini progettuali i valori di punta più elevati che, complessivamente, non durano più di 75 h/anno, anche non consecutive. Nel seguito il pedice (75) non viene riportato per semplicità di lettura.

La determinazione di (L_v) è stata eseguita in conformità all'Appendice I della Norma UNI 11095.

Il valore di (L_v) è data dalla formula A.1 della Norma di seguito riportata:

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

dove:

- L_{seq} è la luminanza equivalente di velo
- L_{atm} è la luminanza atmosferica
- L_{par} è la luminanza del parabrezza
- L_{cru} è la luminanza del cruscotto

Poiché dalla formula A.5 della Norma UNI si assume convenzionalmente che:

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

si ottiene che:

$$L_v = 1,4 L_{seq} + L_{atm} \text{ (coincide con la formula I.1 della Norma UNI 11095)}$$

Per il calcolo di L_{seq} si è fatto riferimento al metodo, sempre illustrato in Appendice H della Norma UNI11095, basato sul diagramma di Adrian.

Il metodo consiste nel sovrapporre alla fotografia dell'imbocco un diagramma in scala (diagramma di Adrian con scala definita dalla norma UNI 11095), a cerchi concentrici, opportunamente distanziati e suddivisi da linee radiali, a formare un reticolo di settori.

A ciascun settore viene attribuito un valore di luminanza, conformemente al tipo di superficie racchiusa dal settore stesso, utilizzando il relativo valore di luminanza ambientale misurato in campo.

La luminanza equivalente di velo si calcola con la seguente espressione (formula H.1 della UNI 11095)

$$\begin{cases} L_{seq}(x) = 513 \cdot 10^{-6} \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{12} k_{i,j} \bar{L}_{i,j}(x) \\ k_{i,j} = 0,78 \text{ se } i = 9 \text{ e } j = 2, 5, 8, 11 \\ k_{i,j} = 0,22 \text{ se } i = 9 \text{ e } j = 1, 6, 7, 12 \\ k_{i,j} = 1,00 \text{ negli altri casi} \end{cases}$$

dove:

- $\bar{L}_{i,j}$ è convenzionalmente il valore massimo che si presenta per almeno 75h nell'arco dell'anno della luminanza della superficie emittente dell' i -esimo anello e del j -esimo settore del diagramma polare, in candele al metro quadro. Nel caso specifico di cui trattasi tali valori sono stati misurati in campo tramite luminanzometro (vedi allegati 5 e 6).

La luminanza atmosferica L_{atm} è calcolata a partire dalla formula (5) della Norma UNI11095 di seguito riportata:

$$L_{atm}(x) = 1,3 \frac{d_{p,max} \bar{E}_h}{\pi V_m}$$

dove:

- \bar{E}_h è l'illuminamento orizzontale di progetto che nel caso di cui trattasi (latitudine 45°) risulta pari a 56.000lx (vedi prospetto I.2 della Norma UNI 11095 riportata nel seguito);
- $d_{p,max}$ è la distanza di progetto, in (m), variabile da imbocco a imbocco
- V_m è la distanza di visibilità meteorologica di progetto che nel caso di cui trattasi risulta pari a 10 km (vedi prospetto I.3 della Norma UNI 11095 riportata nel seguito).

prospetto 1.2 **Illuminamenti orizzontali convenzionali $E_{h,75}$**

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

prospetto 1.3 **Distanza di visibilità meteorologica $V_{m,75}$**

Tipo di galleria	Distanza di visibilità meteorologica [km]
Gallerie e sottopassi urbani	8
Gallerie extraurbane a livello del mare	9
Gallerie extraurbane a quota ≤ 500 m	10
Gallerie extraurbane a quota > 500 m	15

Noti L_{seq} e L_{atm} (e quindi L_v), il valore della luminanza media trasversale nella sezione di entrata (L_t), necessario per la percezione di un eventuale ostacolo presente nella sezione di entrata della galleria da una distanza pari a quella di progetto, si calcola con la formula (D.1) della Norma UNI 11095:

$$L_{t,d}(x) = cL_v(-d_{p,max})$$

dove (c) è un fattore pari a 0,25 nel caso di cui trattasi di impianto di rinforzo di tipo simmetrico (vedi prospetto 2 della UNI 11095 riportato sotto)

prospetto 2 **Valori del fattore c in funzione del tipo di impianto**

Tipo di impianto	Fattore c
Controflusso	0,23
Simmetrico	0,25
Proflusso	0,32

Il valore di (L_t) sopra calcolato viene mantenuto costante nel primo tratto di tunnel avente lunghezza pari a $x_0=15$ m (vedi sempre la formula (D.1) della Norma UNI 11095), tratto in cui si risente peraltro, durante le ore diurne, anche dell'effetto della luce naturale.

L'andamento della luminanza media trasversale, nella restante parte della zona di entrata (ovvero da $x=x_0$ a $x=d_{p,max}$), si calcola analiticamente mediante il seguente polinomio di terzo grado:

$$L_{t,d}(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

con i coefficienti (a,b,c,d) del polinomio che valgono:

$$\begin{cases} a = \frac{e(d_{p,\max} - x_0) + 2L_{t,d}(0)(1-p)}{d_{p,\max}^3 - 3x_0 d_{p,\max}(d_{p,\max} - x_0) - x_0^3} \\ b = \frac{e - 3a(d_{p,\max}^2 - x_0^2)}{2(d_{p,\max} - x_0)} \\ c = -3ax_0^2 - 2bx_0 \\ d = L_{t,d}(0) + 2ax_0^3 + bx_0^2 \\ e = -\frac{5,04}{v_{re}} L_{t,d}(0) \left(\frac{1}{p}\right)^{-\frac{12}{7}} \end{cases}$$

e dove:

- x è la coordinata longitudinale, in m
- $d_{p,\max}$ è la distanza di progetto illuminotecnico
- x_0 è una costante pari a 15m
- p è dato dal rapporto seguente:

$$p = \frac{L_{t,d}(d_{p,\max})}{L_{t,d}(0)}$$

e deve essere compreso fra 0,25÷0,4. Nel caso di cui trattasi assunto pari a 0,25.

- v_{re} è la velocità di riferimento esterna, in km/h

3.2.3.3 Zona di transizione

La zona di transizione costituisce la continuazione della zona di entrata fino a raggiungere il livello di luminanza dell'illuminazione permanente o la fine della galleria (nel caso di gallerie corte).

Nella zona di transizione, l'andamento della luminanza è determinato sempre a partire dalla formula (D.4) della Norma UNI 11095, di seguito riportata:

$$\bar{L}_{t,c,r}(x) = \frac{\bar{L}_{t,c}(d_{p,\max})}{p} \left[3,6 \frac{x - d_{p,\max}}{t_0 v_{ri}} + \left(\frac{1}{p}\right)^{\frac{5}{7}} \right]^{-1,4} \quad \text{con } d_{p,\max} \leq x \leq l_t + d_{p,\max}$$

dove:

- v_{ri} rappresenta la velocità di riferimento interna, in (km/h)
- $d_{p,\max}$ è la distanza di progetto illuminotecnico
- x è la distanza lungo la galleria misurata dalla sezione di entrata del tunnel, in (m)
- $\bar{L}_{t,c}(d_{p,\max})$ rappresenta la luminanza media trasversale nella sezione di inizio transizione, in (cd/m²)
- l_t lunghezza della zona di transizione in (m)
- t_0 è una costante pari a 1s
- p è dato dal rapporto seguente:

$$p = \frac{L_{t,d}(d_{p,\max})}{L_{t,d}(0)}$$

3.2.4 CURVE DI LUMINANZA NELLE ZONE DI RINFORZO

Sulla base di quanto descritto nei paragrafi precedenti sono state ricavate le curve di luminanza che i due impianti di illuminazione di rinforzo dovranno garantire nella zona di entrata e nella zona di transizione dei due imbocchi.

Esse sono riportate, congiuntamente ad altri dettagli, negli allegati 5 e 6.

3.2.5 LUMINANZE NELLA ZONA INTERNA

Secondo la norma UNI 11095, la luminanza prescritta per la zona interna $L_{p,c,r}$, nel caso di gallerie a doppio senso di marcia, deve assumere un livello costante non inferiore al valore calcolato mediante la seguente espressione (vedi formula 7 della Norma UNI 11095):

$$L_i = 2 \times L_{UNI}$$

dove (L_{UNI}) è il valore di riferimento della luminanza media mantenuta per la strada cui appartiene la galleria secondo quanto indicato nella norma UNI 11248 e nella UNI 13201-2.

Nel caso specifico di strada tipo C1 con categoria illuminotecnica di progetto pari a M2, (L) risulta pari a 1,5 cd/m². Pertanto per L_i si prevede l'adozione di un valore minimo pari a 3 cd/m². Cautelativamente, considerata la lunghezza significativa del tunnel si è deciso di non declassare il livello di luminanza indicato dalla UNI 13201-2, possibile per effetto dell'utilizzo dei LED.

Di conseguenza il livello medio della luminanza per la permanente non dovrà essere non inferiore a:

$$L_{p,c,r} = 2 \times L_{UNI} = 2 \times 1,5 = 3 \text{ cd/m}^2$$

3.2.6 ILLUMINAZIONE DI RISERVA

Nelle gallerie di lunghezza superiore a 500 m e con limite di velocità maggiore di 70 km/h, è necessaria inoltre un'illuminazione di riserva in grado di garantire un livello minimo di luminanza di 1 cd/m² sull'intera galleria e per un tempo minimo di 30 min.

Questa prescrizione è soddisfatta alimentando con una sorgente di energia elettrica alternativa (CPS) quota parte degli apparecchi dell'illuminazione permanente.

Non sono prescritti parametri qualitativi (uniformità ecc.) per l'illuminazione di riserva.

3.2.7 LUMINANZA NOTTURNA

Sempre nel rispetto della normativa per le gallerie, durante le ore notturne di traffico ridotto, la luminanza della zona interna può scendere a 1 cd/m² se il tunnel non fa parte di una strada illuminata ovvero alla luminanza del tratto di strada di cui parte se questa è illuminata, ma con livello non minore a 1 cd/m².

Questo comporta che, al fine di mantenere comunque i valori di uniformità nei limiti normativi previsti, l'impianto di illuminazione permanente dovrà essere gestito da un sistema di regolazione in grado di ridurre la corrente di pilotaggio dei LED.

3.2.8 LUMINANZA DELLE PARETI

La luminanza media mantenuta delle pareti, per un'altezza almeno pari a 2 m sopra la carreggiata, non deve essere minore del 60% della luminanza media mantenuta della carreggiata in tutte le zone della galleria, sia nell'illuminazione diurna sia in quella notturna.

La verifica di tale condizione è riportata nei report di calcolo (allegati 7 e 8).

3.2.9 LIVELLI DI UNIFORMITÀ

in tutte le zone della galleria, su ogni corsia della carreggiata e sulle pareti fino ad almeno 2 m di altezza, sia di giorno sia di notte e per ogni stato di parzializzazione dell'impianto di illuminazione, l'uniformità generale (U_0), l'uniformità longitudinale (U_l) e l'uniformità trasversale (U_{ot}) di luminanza devono essere:

- $U_{0,cm} \geq 0,50$ sulla corsia di marcia;
- $U_{0,ci} \geq 0,40$ sulla corsia con senso di marcia inverso;
- $U_{0,s} \geq 0,40$ su tutte le altre superfici;
- $U_{ot,cm} \geq 0,50$ sulla corsia di marcia;
- $U_{ot,ci} \geq 0,40$ sulla corsia con senso di marcia inverso;
- $U_{ot,s} \geq 0,40$ su tutte le altre superfici;
- $U_{l,c} \geq 0,70$ sulla carreggiata;
- $U_{l,s} \geq 0,60$ su tutte le altre superfici.

3.2.10 LIMITAZIONE DELL'ABBAGLIAMENTO

Per ogni stato di parzializzazione dell'impianto di illuminazione, sia di giorno sia di notte, l'incremento di soglia TI % non deve superare:

- 10% nelle zone a luminanza costante

- 20% nelle zone a luminanza variabile con impianti controflusso o simmetrici

3.2.11 FATTORE DI MANUTENZIONE

Nelle valutazioni illuminotecniche è stato assunto un fattore di manutenzione $K_m=0,8$.

Come descritto nel rapporto tecnico CIE 154:2003 il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti tre fattori:

- K_{LMF} : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il normale utilizzo. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{LMF} = 0,9$ ovvero si ipotizza di cambiare sorgente quando essa perde il 10% del flusso iniziale
- K_{LSF} : fattore che considera il numero di lampade fuori servizio dopo un determinato periodo di funzionamento. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{LSF}=1$ ovvero si ipotizza che le lampade fuori servizio vengano prontamente sostituite "su guasto".
- K_{MF} : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio considerate specifiche condizioni ambientali e determinati intervalli fra due successivi interventi di manutenzione. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{MF} = 0,89$ in quanto gli apparecchi illuminanti utilizzati hanno grado IP>66, si ipotizza un intervento con pulizia dei vetri/ottiche ogni 2 anni e si considera "medio" il livello di inquinamento

Pertanto il coefficiente K_m , sempre secondo la CIE 154:2003 e nelle ipotesi sopra esposte, vale:

$$K_m = K_{LMF} * K_{LSF} * K_{MF} = 0,9 * 1 * 0,89 \approx 0,8$$

3.2.12 CONSIDERAZIONI SUL RISPARMIO ENERGETICO

L'impiego di sorgenti LED per l'illuminazione dell'intera galleria, grazie alla loro elevata efficienza luminosa, costituisce un valido presupposto al contenimento dei consumi energetici.

Tramite l'adozione della curva della luminanza di adattamento progressiva, di cui all'Appendice D della Norma, in sostituzione della tradizionale curva CIE, si dà un cospicuo contributo al risparmio energetico, senza nulla togliere alla sicurezza degli utenti dell'autostrada.

La vicinanza della curva delle luminanze effettive alla curva delle luminanze prescritte $L(x)$, consente infine di evitare luminanze superflue rispetto al minimo necessario, senza peraltro scendere sotto i valori minimi consentiti dalle curve delle luminanze prescritte.

Infine la curva delle luminanze di rinforzo effettive, per la massima luminosità esterna, riportata negli allegati 5 e 6, mostra come i risultati ottenuti per l'illuminazione di rinforzo siano ben al di sotto della curva del risparmio energetico, sia nella zona di entrata sia nella zona di transizione.

Un'attenzione particolare dovrà poi essere prestata alla regolazione del sensore di luminanza esterno e nella conseguente taratura delle apparecchiature di regolazione dell'impianto, particolarmente nelle ore diurne di luminosità esterna ridotta e nelle ore serali.

L'impianto di illuminazione permanente pur essendo sempre attivo, a notte inoltrata, con traffico ridotto, il livello dell'illuminazione permanente viene diminuito (ad un valore comunque non inferiore a 1 cd/m^2 come prescritto dalla Norma UNI 11095), onde consentire risparmi di energia elettrica. A questo scopo per l'impianto di illuminazione è previsto un sistema di regolazione, capace di abbassare il livello di luce in galleria senza alterare i valori di uniformità di luminanza dell'impianto calcolata a pieno regime.

Il progetto illuminotecnico è basato sul fattore di manutenzione di 0,8 – il massimo ammesso dalla normativa. Ciò significa che il livello di luminanza ad impianto nuovo è del 20% superiore alla luminanza minima richiesta. Con la possibilità di regolazione del flusso luminoso offerto dalle sorgenti LED, si potrebbe quindi realizzare un ulteriore risparmio energetico nei primi tempi di messa in servizio dell'impianto.

4. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA NUOVA SOLUZIONE TECNICA

4.1 GENERALITÀ

Si riporta nel seguito una breve descrizione dell'impianto, rinviando agli altri elaborati di progetto (in particolare alle relazioni tecniche ed agli elaborati grafici specifici) per ulteriori dettagli.

L'obiettivo che si desidera raggiungere con l'illuminazione di un tunnel è quello di assicurare a chi attraversa la galleria, sia di giorno che di notte, un senso di sicurezza e di comfort uguale a quello che l'utente può avere all'aperto.

Lo scopo si ottiene quando l'impianto di illuminazione trasmette al conducente adeguate informazioni visive sullo stato del tracciato che si appresta a percorrere, sul movimento di altri veicoli e sulla presenza di eventuali ostacoli.

In questa ottica, l'impianto di illuminazione deve necessariamente fornire le seguenti prestazioni:

- deve illuminare il piano stradale con un adeguato livello di luminanza e di uniformità
- la luce deve avere un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale tale da fornire elevata visibilità del tracciato
- deve illuminare adeguatamente il piedritto della galleria in modo da fornire all'utente un più ampio angolo di visibilità
- non deve abbagliare

L'impianto di illuminazione del tunnel risulta costituito da:

- illuminazione permanente (o di base) a servizio dell'intero sviluppo del tunnel. Il tipo di impianto previsto per l'illuminazione permanente è quello simmetrico, vale a dire che gli apparecchi di illuminazione dirigono, longitudinalmente, il loro flusso luminoso in parti uguali sulle superfici prima e dopo il loro punto di sospensione. Apparecchi a LED con simili caratteristiche di emissione sono tipici dell'illuminazione stradale, ma richiedono in galleria un accurato controllo delle loro intensità luminose a causa delle minori altezze d'installazione e del fatto che, per l'illuminazione permanente, il massimo valore dell'incremento di soglia TI non può superare il 10%. Quota parte (50%) dell'illuminazione di base costituirà anche l'illuminazione permanente di emergenza o riserva (PE) e sarà quindi alimentata in continuità assoluta da CPS e con rincalzo da GE. Questo tipo di illuminazione è attivo sia durante le ore diurne sia durante le ore notturne, in questo caso in forma ridotta. Di mattina e di sera, quando l'illuminazione naturale esterna è ridotta o anche assente, come avviene particolarmente nei periodi invernali, ma in presenza di un flusso di traffico ancora consistente, l'illuminazione permanente a pieno regime garantisce la dovuta sicurezza agli utenti della galleria. A notte inoltrata, con traffico ridotto, il livello dell'illuminazione permanente può essere diminuito onde consentire risparmi di energia elettrica. A questo scopo per l'impianto di illuminazione è previsto un sistema di regolazione, capace di abbassare il livello di luce in galleria senza alterare i valori di uniformità di luminanza dell'impianto calcolata a pieno regime.
- illuminazione di rinforzo in ingresso a servizio del tratto di entrata e del tratto di transizione del tunnel. Poiché il livello dell'illuminazione permanente è insufficiente a consentire una visione sicura di eventuali ostacoli per chi si appresta a percorrere la galleria, nei primi tratti di questa serve un'illuminazione di adattamento progressivo. La variazione del livello con la distanza dall'imbocco segue precise regole legate alle leggi della visione. I rinforzi saranno alimentati solo dalla rete ENEL e saranno articolati su di un unico livello (seppur gli apparecchi saranno suddivisi su tre circuiti BT) regolabile in funzione del livello di luce naturale esterna. La regolazione dell'illuminazione di rinforzo è continua al variare della luminanza esterna misurata dal luminanzometro situato all'inizio di ogni zona di accesso. Per l'illuminazione di rinforzo si è adottato un impianto di tipo simmetrico.

4.2 APPARECCHI ILLUMINANTI A LED DI RIFERIMENTO

Nel definire la soluzione di progetto, al solo fine di eseguire dei calcoli illuminotecnici, dovendo necessariamente selezionare un'ottica per la loro esecuzione, si è fatto riferimento a specifici apparecchi illuminanti a LED presenti in commercio.

Nel presente progetto le ripartizioni delle intensità luminose utilizzate nei calcoli illuminotecnici sono simili a quelle

normalmente riscontrabili negli apparecchi di illuminazione per gallerie di fabbricazione corrente e le loro caratteristiche sono

riportate nel seguito.

Si riportano nel seguito le caratteristiche principali di tali apparecchi assunti a riferimento.

Illuminazione di rinforzo

Gli apparecchi d'illuminazione che costituiscono l'illuminazione di rinforzo saranno dotati di sorgenti a LED, completi di driver elettronico. Essi saranno disposti su due file laterali con interdistanze tra i corpi variabili in rapporto al livello di luminanza richiesto.

La potenza ed il passo di installazione dei corpi illuminanti di rinforzo sono riportati negli specifici elaborati grafici di progetto.

I corpi illuminanti di rinforzo avranno le seguenti caratteristiche principali:

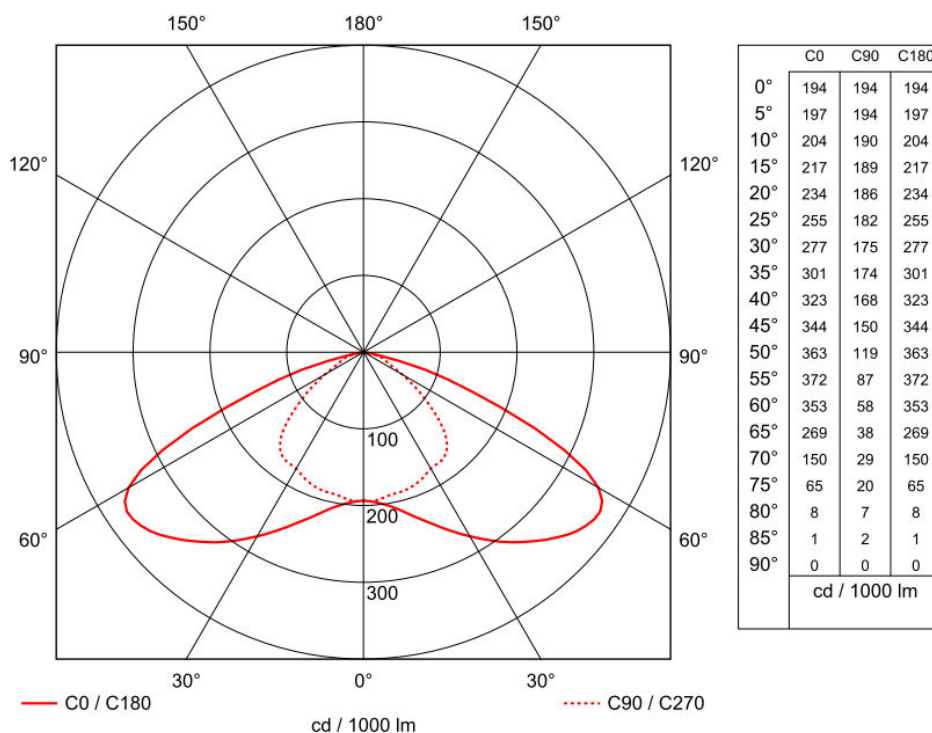
- corpo in alluminio pressofuso;

- peso: 7 ÷ 21 kg;
- ottica simmetrica;
- schermo in vetro piano spessore $\geq 5\text{mm}$;
- corrente di pilotaggio nominale: variabile in funzione delle esigenze;
- potenza assorbita: variabile in funzione delle esigenze da 19W a 385W;
- flusso emesso apparecchio: variabile in funzione delle esigenze da 2.571 lm a 53.760 lm;
- efficienza luminosa apparecchio: $\geq 131\text{ lm/W}$
- temperatura di colore 4.000K;
- resa cromatica ≥ 70 ;
- grado di protezione IP66;
- classe II;
- protezione alle sovratensioni DM/CM $\geq 10/8\text{kV}$;
- resistenza agli urti IK08;
- tensione di alimentazione 220/240 V - 50/60 Hz;
- fattore di potenza $\geq 0,95$;
- temperatura di esercizio: $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$
- vita nominale dei LED (L90) a $T_a=25^{\circ}\text{C}$: 100.000 ore;
- staffe regolabili ed inclinabili da parete, isolate dal corpo in alluminio tramite appositi elementi isolanti;
- driver elettronico dimmerabile (DALI) installato nel corpo illuminante
- durata driver elettronico: 100.000 ore

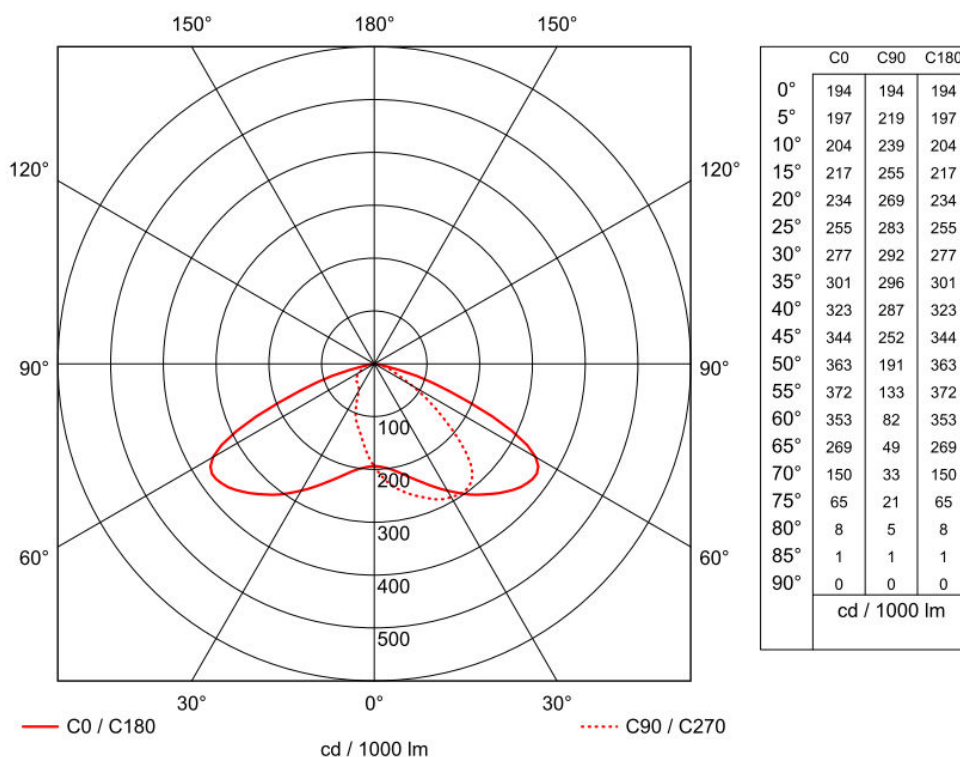
Si prevede l'utilizzo delle seguenti tipologie di corpi illuminanti:

TIPO APPARECCHIO	CORRENTE PILOTAGGIO	POTENZA TOTALE APPARECCHIO	FLUSSO EMESSO APPARECCHIO	EFFICIENZA APPARECCHIO	PESO
TIPO 1	543 mA	$\leq 385\text{ W}$	$\geq 53.760\text{ lm}$	≥ 139	21 kg
TIPO 2	673 mA	$\leq 230\text{ W}$	$\geq 30.240\text{ lm}$	≥ 131	14 kg
TIPO 3	673 mA	$\leq 114\text{ W}$	$\geq 15.120\text{ lm}$	≥ 132	7 kg
TIPO 4	673 mA	$\leq 58\text{ W}$	$\geq 7.641\text{ lm}$	≥ 131	7 kg
TIPO 5	505 mA	$\leq 32\text{ W}$	$\geq 4.285\text{ lm}$	≥ 133	7 kg
TIPO 6	288 mA	$\leq 19\text{ W}$	$\geq 2.571\text{ lm}$	≥ 135	7 kg

Ciascun apparecchio illuminante (ovvero l'eventuale box separato contenente il modulo radio di comando e controllo) sarà inoltre completo di cavo terminale FG18(O)M16 2x1,5 mm² (lunghezza massima 1,5 m) e di spina CEE 2P+T 16A 230V - IP66 per il collegamento rapido presa predisposta nella cassetta di derivazione. Si riportano di seguito le fotometrie utilizzate per l'impianto di rinforzo:



Ottica apparecchio rinforzo (vale per tutti i tipi 1÷6 con ottica per galleria artificiale)



Ottica apparecchio rinforzo (vale per tutti i tipi 1÷6 con ottica per galleria naturale)

Illuminazione permanente

L'illuminazione interna sarà realizzata con apparecchi illuminanti equipaggiati con sorgente a LED completi di driver elettronico.

Essi saranno disposti su due file laterali, disposti con passo regolare e fissati a parete.

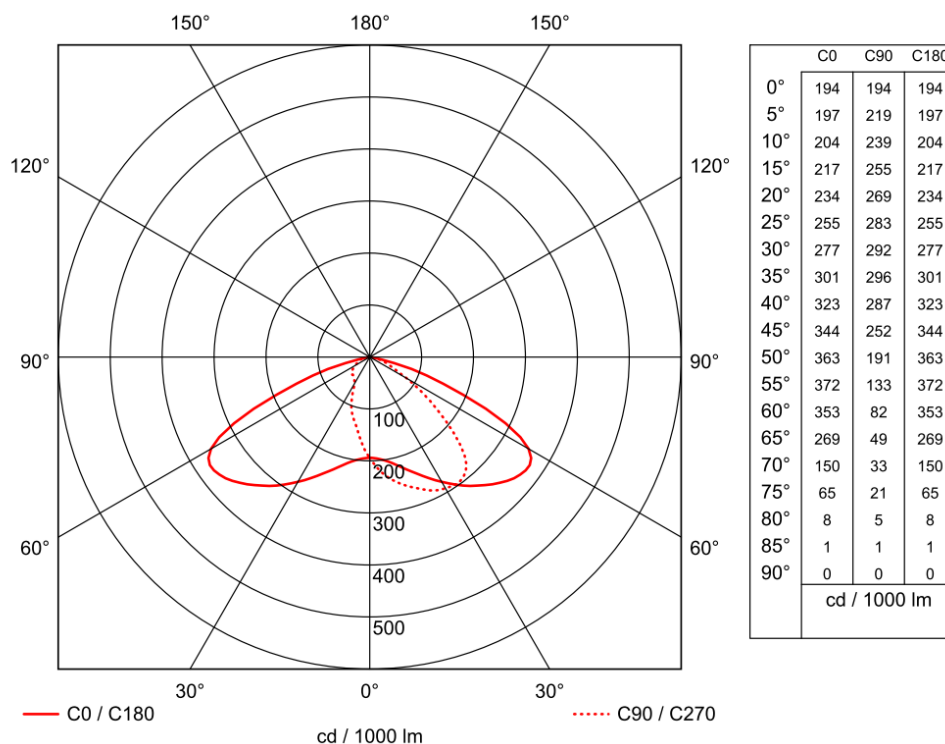
Il corpo illuminante assunto a riferimento per la permanente avrà le seguenti caratteristiche principali:

- corpo in alluminio pressofuso;
- peso: 7kg;
- ottica simmetrica;
- schermo in vetro piano spessore $\geq 5\text{mm}$;
- corrente di pilotaggio nominale: variabile in funzione delle esigenze;
- potenza assorbita: variabile in funzione delle esigenze da 32W a 58W;
- flusso emesso apparecchio: variabile in funzione delle esigenze da 4.285 lm a 7.641 lm;
- efficienza luminosa apparecchio: $\geq 131\text{ lm/W}$
- temperatura di colore 4.000K;
- resa cromatica ≥ 70 ;
- grado di protezione IP66;
- classe II;
- protezione alle sovratensioni DM/CM $\geq 10/8\text{kV}$;
- resistenza agli urti IK08;
- tensione di alimentazione 220/240 V - 50/60 Hz;
- fattore di potenza $\geq 0,95$;
- temperatura di esercizio: $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$
- vita nominale dei LED (L90) a $T_a=25^{\circ}\text{C}$: 100.000 ore;
- staffe regolabili ed inclinabili da parete, isolate dal corpo in alluminio tramite appositi elementi isolanti;
- driver elettronico dimmerabile (DALI e 1-10V) installato nel corpo illuminante
- durata driver elettronico: 100.000 ore

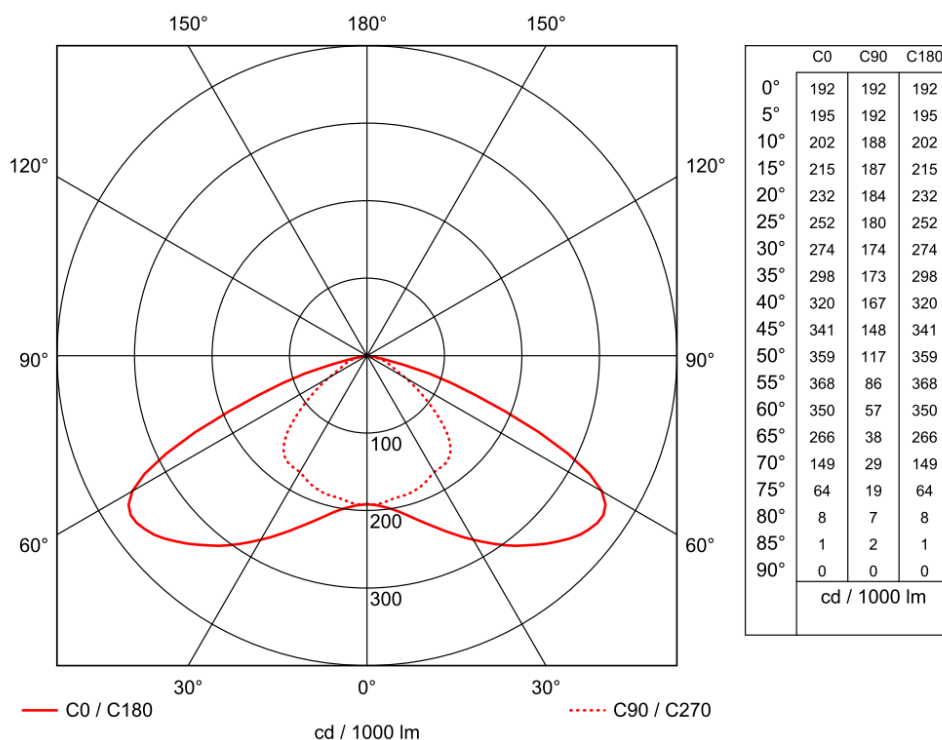
Si prevede l'utilizzo delle seguenti tipologie di corpi illuminanti:

TIPO APPARECCHIO	CORRENTE PILOTAGGIO	POTENZA TOTALE APPARECCHIO	FLUSSO EMESSO APPARECCHIO	EFFICIENZA APPARECCHIO	PESO
TIPO 1	505 mA	$\leq 32\text{ W}$	≥ 4.285	≥ 133	7 kg
TIPO 2	673 mA	$\leq 58\text{ W}$	≥ 7.641	≥ 131	7 kg

Ciascun apparecchio illuminante (ovvero l'eventuale box separato contenente il modulo radio di comando e controllo) sarà inoltre completo di cavo terminale FG18(O)M16 2x1,5 mm² (lunghezza massima 1,5 m) e di spina CEE 2P+T 16A 230V - IP66 per il collegamento rapido presa predisposta nella cassetta di derivazione. Si riportano di seguito le fotometrie utilizzate per l'impianto permanente:



Ottica apparecchio permanente (Vale per il tipo 1, ottica per galleria naturale)



Ottica apparecchio permanente (Vale per il tipo 2, ottica per galleria artificiale)

Sintesi dei dati di progetto

Nella tabella che segue si riportano sinteticamente i dati assunti nei calcoli illuminotecnici:

DATO DI PROGETTO	VALORE
Quota sul livello del mare (m)	< 500 m
Latitudine	45°
Velocità massima (km/h)	70+10 = 80 km/h
Distanza di arresto (m)	84 m Dir. Sud (Nord) / 80 m Dir. Nord (Sud)
Luminanza di soglia (cd/m ²) – (3)	109 (per entrambi gli imbocchi)
Luminanza interna (cd/m ²)	3 cd/m ²
Luminanza in emergenza (cd/m ²) (1)	1 cd/mq (Non serve garantire uniformità)
Luminanza pareti /altre superfici (2)	> 60% luminanza carreggiata
Fattore di manutenzione	0,8
Altezza di installazione apparecchi (m)	Vedi sezioni tipo in allegato
N° file per permanente	2
N° file per rinforzo	2
Tipologia apparecchi base	LED simmetrico - (Tc = 4000K)
Tipologia apparecchi rinforzo	LED simmetrico - (Tc = 4000K)
Rinforzo in uscita	No
Uniformità U _{o,cm} = L _{min} /L _{med} (corsia di marcia)	>0,5
Uniformità U _{o,ci} = L _{min} /L _{med} (corsia senso marcia inverso)	>0,4
Uniformità U _{ot,cm} = L _{min} /L _{med} (corsia di marcia)	>0,5
Uniformità U _{ot,ci} = L _{min} /L _{med} (corsia di marcia)	>0,4
Uniformità U _i =L _{min} /L _{max} (carreggiata)	>0,7
TI zona interna (luminanza costante)	<10%
TI zona interna (luminanza variabile)	<20%
Uniformità U _o (pareti/altre superfici (2))	>0,4
Uniformità U _{ot} (pareti/altre superfici (2))	>0,4
Uniformità U _i (pareti/altre superfici (2))	>0,6
Lunghezza galleria (m)	≈ 620 m
Larghezza totale tunnel (m)	≈ 9,7m =7,5+1,1+1,1 (vedi sezioni) (4)
Larghezza corsie (m)	3,75+3,75 (marcia dir. Nord + marcia dir. Sud) (vedi sezioni)
Altezza galleria (m)	≈ 5 m (artificiale) / ≈ 6,8 m (naturale) (vedi sezioni)
Tipo galleria	n.1 canna bidirezionale
Tipo pavimentazione	C2 (0,056)
Colore pareti galleria	Bianco
Riflettanza pareti	40%
Norma di riferimento	UNI 11095:2019

NOTE:

1. Illuminazione di emergenza/riserva costituita da metà apparecchi della permanente (un apparecchio normale e uno di emergenza, alternati);
2. Per la zona di rinforzo valutata solo la parete a “destra” della corsia di ingresso (vedi 9.5 UNI 11095:2019)
3. Per la zona di rinforzo valutate solo le prestazioni illuminotecniche sulla corsia di ingresso (vedi 9.5 UNI 11095:2019)
4. Si hanno due sezioni tipo: artificiale e naturale

Software di calcolo

I calcoli illuminotecnici, eseguiti tenendo conto dei vari vincoli e dati di progetto già precisati, sono stati condotti con specifici software di progettazione illuminotecnica (es.: RELUX Tunnel di Relux Informatik AG – versione 2016.1.2).

Gli strumenti di calcolo si caratterizzano per le seguenti funzioni principali:

- calcolo degli illuminamenti orizzontali punto - punto su ogni superficie dell'ambiente
- calcolo delle luminanze su ogni superficie dell'ambiente con riflettanze diffuse (lambertiane) o secondo le tabelle R- e C- (tabelle dei fattori ridotti di riflessione dei manti stradali) per le strade
- calcolo dei parametri di abbagliamento TI
- normative considerate: Strade - Norma UNI EN 13201, Raccomandazioni CIE 30.2 e CIE 140, Norma Italiana UNI 11248; Gallerie - Raccomandazione CIE 88 e Norma UNI 11095;

I risultati dei calcoli sono riportati nell'allegati 7 e 8: essi riportano la distribuzione dei valori puntuali della luminanza e delle relative uniformità sia sulla sede stradale che sulle pareti nonché dell'indice di abbagliamento (TI %).

I calcoli, come già detto fanno riferimento a specifici apparecchi illuminanti presenti in commercio al solo fine di verifica del

presente progetto, dovendo necessariamente selezionare un'ottica per la loro esecuzione.

Sarà comunque onere dell'Impresa esecutrice produrre nuovi calcoli di verifica con riferimento ai dati fotometrici dello specifico corpo illuminante da essa prescelto, qualora diverso da quello assunto nel presente progetto.

In aggiunta, resta comunque l'obbligo dell'impresa installatrice di verificare che i risultati ottenuti sulla carreggiata e sulle pareti in termini di luminanza, uniformità di luminanza ed abbagliamento siano uguali o superiori a quelli di progetto.

5. ALLEGATI

Gli allegati sono organizzati nei seguenti documenti:

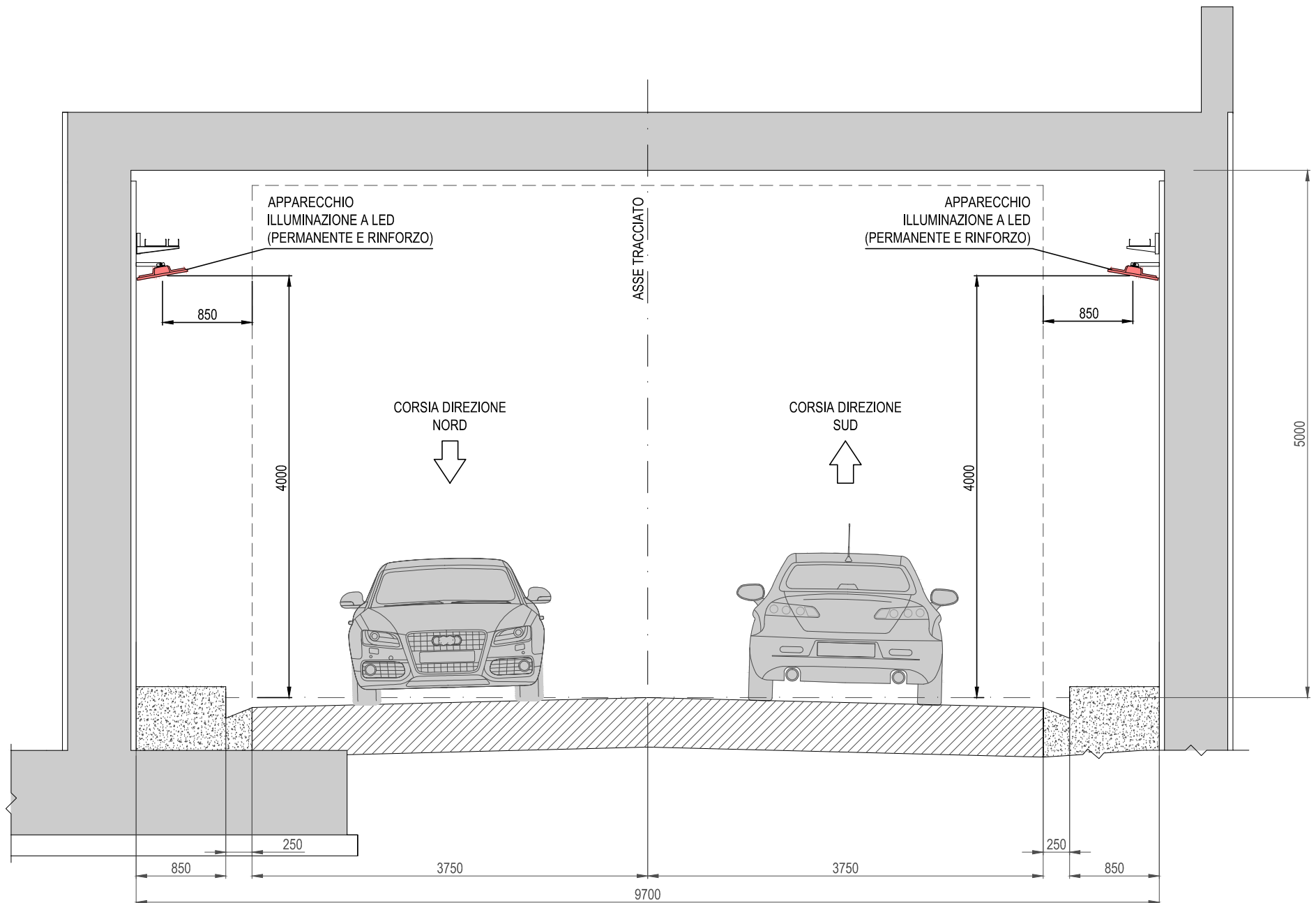
- Allegato 1 – Dati generali e sezioni tipo
- Allegato 2 – Report di misura delle luminanze ambientali imbocco lato Nord
- Allegato 3 – Report di misura delle luminanze ambientali imbocco lato Sud
- Allegato 4 – Certificato di taratura del luminanzometro
- Allegato 5 – Definizione curva di luminanza imbocco lato Nord
- Allegato 6 – Definizione curva di luminanza imbocco lato Sud
- Allegato 7 – Calcoli illuminotecnici illuminazione permanente
- Allegato 8 – Calcoli illuminotecnici illuminazione di rinforzo

ALLEGATO 1

DATI GENERALI E SEZIONI TIPO

GALLERIA ARTIFICIALE

SEZIONE TIPOLOGICA ARTIFICIALE
SCALA 1:50



Galleria Valle Miara

Installation : Fornice artificiale

Project description:

Lunghezza tunnel = 650m

Luminanza ingresso dei rinforzi = imbocco Nord 111,52 cd/m², imbocco Sud 109,84 cd/m²

Luminanza dell'illuminazione permanente diurna = 3,00 cd/m²

Luminanza della illuminazione permanente notturna = 1,0 cd/m²

Q0 carreggiata = 0,056 Riflessioni pareti = 0,40

Fattore di manutenzione = 0,80 Tc=4000K

Sezione carreggiata tunnel = 1,10m+3,75m+3,75m+1,10m

Altezza installazione apparecchi: h=4,00m (superficie del vetro)

Posizionamento apparecchi su due (ogni fila è costituita da due apparecchi affiancati)

IMPORTANTE: Tilt meccanico degli apparecchi = 0°

Disclaimer

In practice the values in this report may vary due to tolerances. Regarding LED's, a tolerance of +/-10% is applicable.

As the theoretical road surface reflection used in this calculation is almost certain to differ from the instantaneous reflectance on site, calculated luminance values (cd/m²) are notional.

This document contains information regarding feasibility for the purposes of a proposal. The information contained in this report does not constitute a 'design' for the purposes of the Construction, Design and Management Regulations, therefore Philips do not accept or assume the role of 'designer' when submitting this information for whatever purpose the information in this document is used.

Philips provides this lighting proposal based solely on information provided by the Customer. The Customer is therefore responsible for ensuring that the proposal can be adopted as a "design" i.e. be safely implemented in compliance with any laws and regulations. Philips will not be held liable for any risk associated with the implementation of the proposal to the extent that Philips has not been provided with the information required to undertake a comprehensive risk assessment.

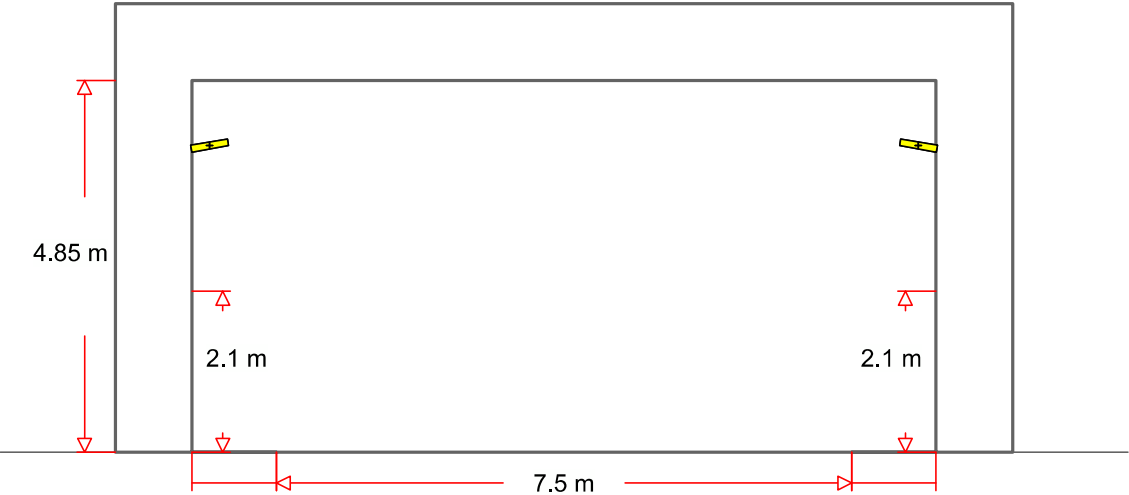
The following values are based on precise calculations performed on calibrated lamps and luminaires, and their configurations, whereby gradual, unavoidable deviations can occur in practice. All guarantee claims are excluded for the specified data.

This exclusion of liability applies irrespective of the legal grounds for both damages and consequential damages suffered by users and third parties.

Tunnel Valle Miara

Description, Tunnel Valle Miara

Project data



Geometry tunnel

Length of the tunnel	:	650 m
Length of the tunnel (calculation model)	:	650 m
Height of the tunnel	:	4.85 m

Width of the carriageway	:	7.5 m
Number of lanes	:	2
Covering / material	:	CIE C2, q0 = 0.056
Marginal strip right	:	1.1 m
Marginal strip left	:	1.1 m

Height of the wall (right)	:	2.1 m
Covering / material	:	diffus 40%

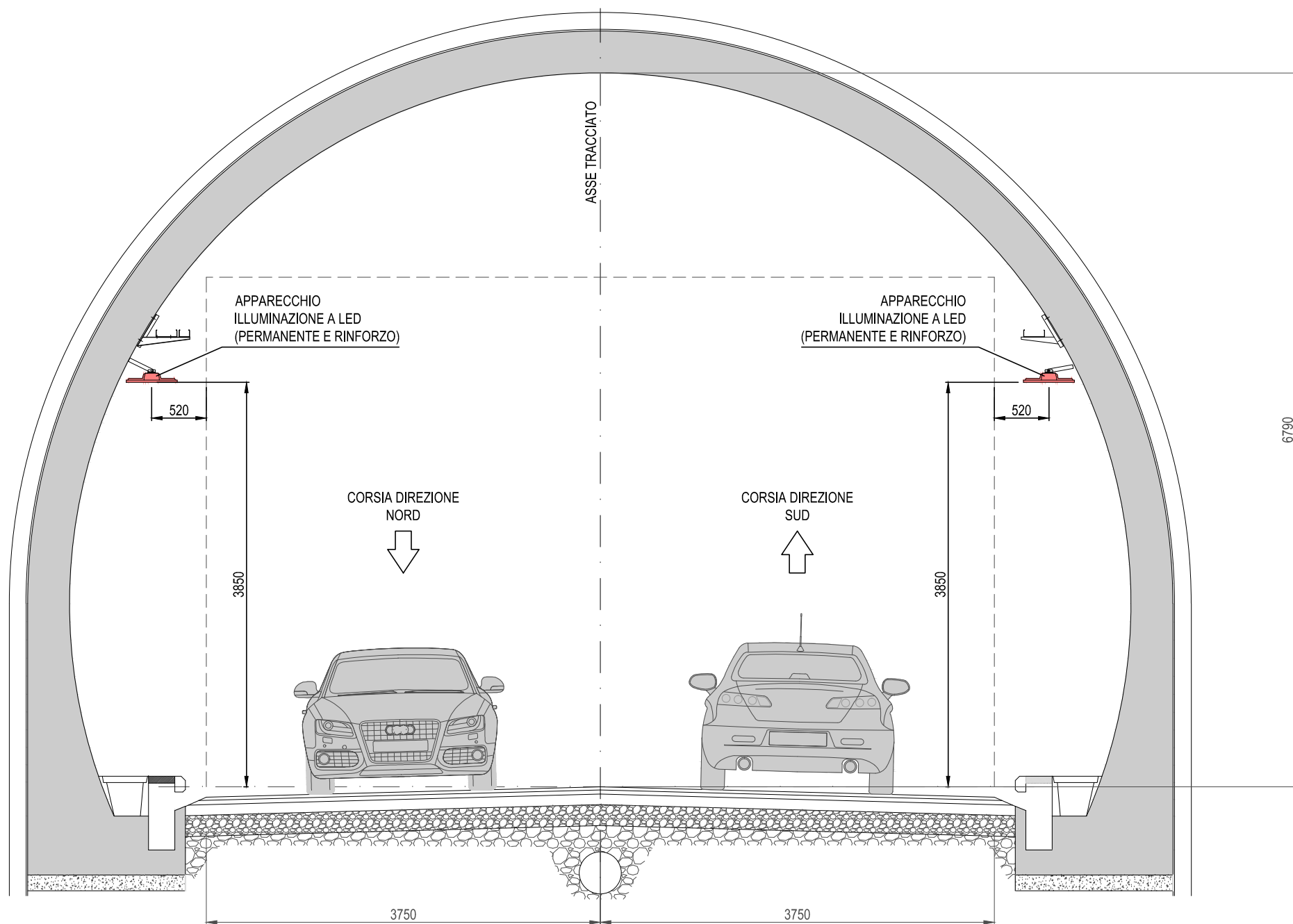
Height of the wall (left)	:	2.1 m
Covering / material	:	diffus 40%

Calculation specifications

Speed	:	80 km/h
Length of the threshold zone	:	84 m
Luminance threshold zone	:	111.52 cd/m²
Luminance interior zone	:	3 cd/m²

GALLERIA NATURALE

SEZIONE TIPOLOGICA NATURALE
SCALA 1:50



Galleria Valle Miara

Installation : sezione NATURALE

Project description:

Lunghezza tunnel = 650m

Luminanza ingresso dei rinforzi = imbocco Nord 111,52 cd/m², imbocco Sud 109,84 cd/m²

Luminanza dell'illuminazione permanente diurna = 3,00 cd/m²

Luminanza della illuminazione permanente notturna = 1,0 cd/m²

Q0 carreggiata = 0,056 Riflessioni pareti = 0,40

Fattore di manutenzione = 0,80 Tc=4000K

Sezione carreggiata tunnel = 1,03m+3,75m+3,75m+1,03m

Altezza installazione apparecchi: h=3,85m (superficie del vetro)

Posizionamento apparecchi su due (ogni fila è costituita da due apparecchi affiancati)

IMPORTANTE: Tilt meccanico degli apparecchi = 0°

Disclaimer

In practice the values in this report may vary due to tolerances. Regarding LED's, a tolerance of +/-10% is applicable.

As the theoretical road surface reflection used in this calculation is almost certain to differ from the instantaneous reflectance on site, calculated luminance values (cd/m²) are notional.

This document contains information regarding feasibility for the purposes of a proposal. The information contained in this report does not constitute a 'design' for the purposes of the Construction, Design and Management Regulations, therefore Philips do not accept or assume the role of 'designer' when submitting this information for whatever purpose the information in this document is used.

Philips provides this lighting proposal based solely on information provided by the Customer. The Customer is therefore responsible for ensuring that the proposal can be adopted as a "design" i.e. be safely implemented in compliance with any laws and regulations. Philips will not be held liable for any risk associated with the implementation of the proposal to the extent that Philips has not been provided with the information required to undertake a comprehensive risk assessment.

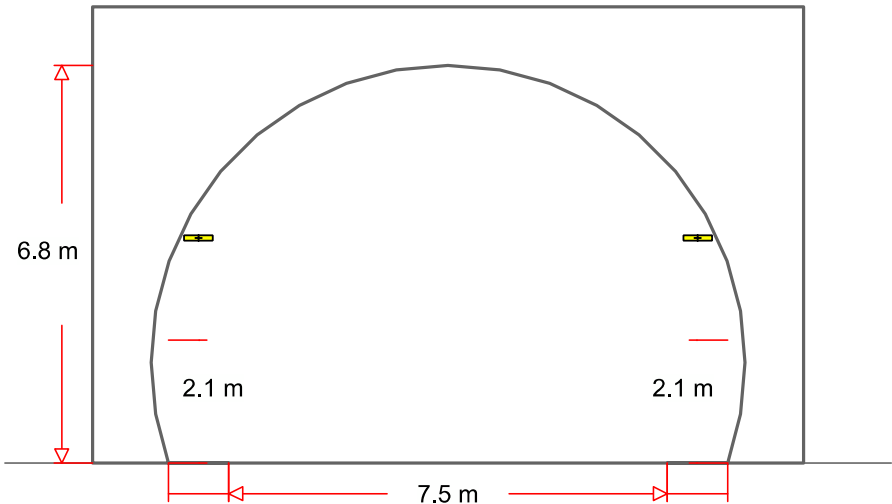
The following values are based on precise calculations performed on calibrated lamps and luminaires, and their configurations, whereby gradual, unavoidable deviations can occur in practice. All guarantee claims are excluded for the specified data.

This exclusion of liability applies irrespective of the legal grounds for both damages and consequential damages suffered by users and third parties.

Tunnel Valle Miara

Description, Tunnel Valle Miara

Project data



Geometry tunnel

Length of the tunnel	:	650 m
Length of the tunnel (calculation model)	:	650 m
Height of the tunnel	:	6.8 m

Width of the carriageway	:	7.5 m
Number of lanes	:	2
Covering / material	:	CIE C2, q0 = 0.056
Marginal strip right	:	1.03 m
Marginal strip left	:	1.03 m

Height of the wall (right)	:	2.1 m
Covering / material	:	diffus 40%

Height of the wall (left)	:	2.1 m
Covering / material	:	diffus 40%

Calculation specifications

Speed	:	80 km/h
Length of the threshold zone	:	84 m
Luminance threshold zone	:	111.52 cd/m ²
Luminance interior zone	:	3 cd/m ²

ALLEGATO 2

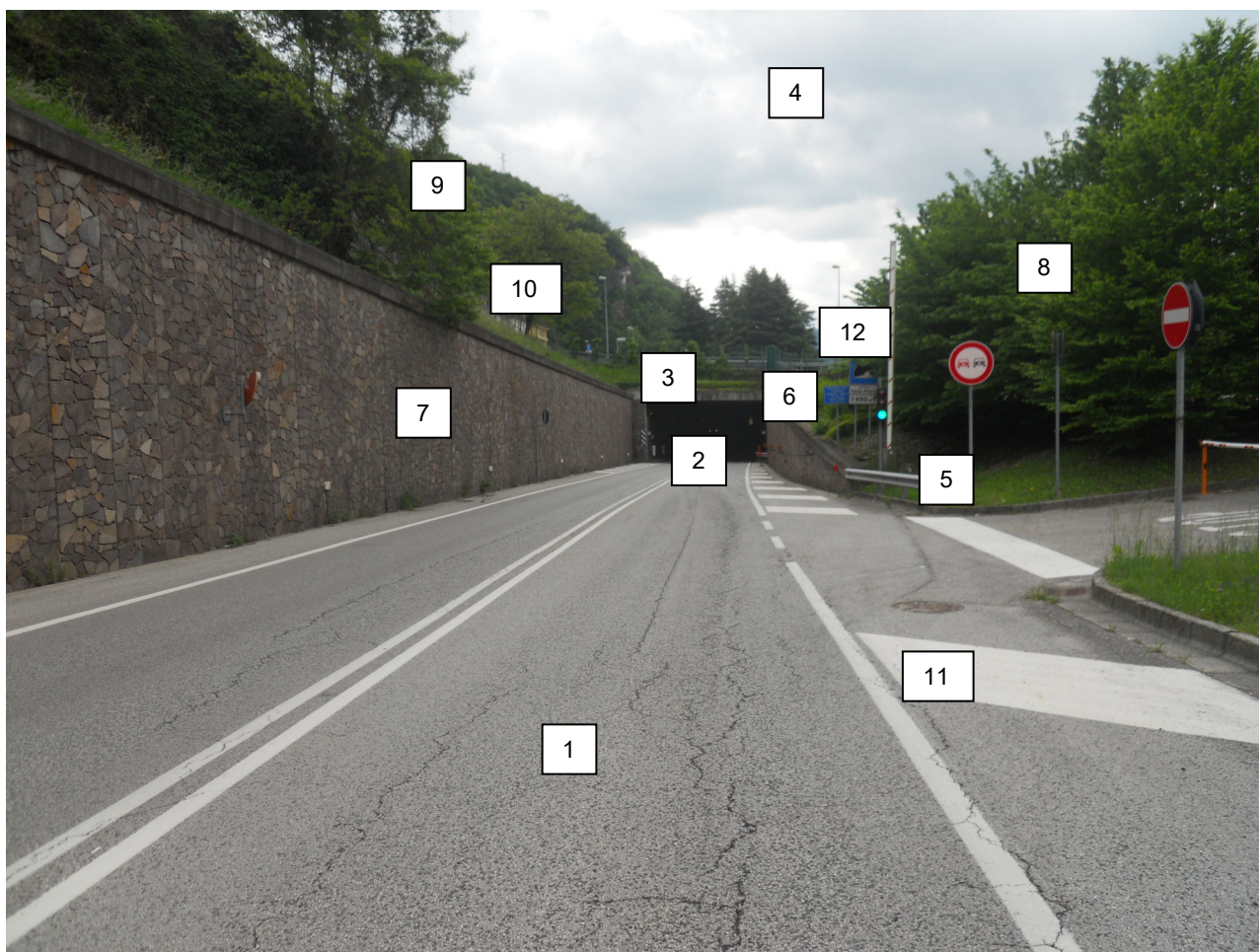
REPORT DE MISURA DELLE LUMINANZE AMBIENTALI

IMBOCCO LATO NORD

Generalità

Parametro	Valore
Direzione di percorrenza	Sud (Lato Nord)
Lunghezza fornice	620 m
Velocità prescritta	70+10 km/h
Pendenza zona di accesso	~ -4,8 %
Distanza di riferimento (Da)	84 m
Data rilevamento	07/05/2019
Orario	12:30
Condizioni meteo	Nuvoloso
Illuminamento a terra	40.000
Norma di riferimento	UNI 11095:2011

Foto imbocco dalla distanza (Da) con punti di misura



Misure delle luminanze ambientali

Punto di misura	Tipo di superficie	Luminanza misurata (cd/m ²)	Note eventuali
1	Asfalto	5.000	
2	Tunnel	60	
3	Muro tunnel	2.000	
4	Cielo	12.000	
5	Guardrail (DX)	2.000	
6	Muro (DX)	2.000	
7	Muro (SX)	2.500	
8	Vegetazione (DX)	1.500	
9	Vegetazione (SX)	2.000	
10	Casa	4.000	
11	Segnaletica bianca a terra	6.000	
12	Segnaletica blu	1.500	

ALLEGATO 3

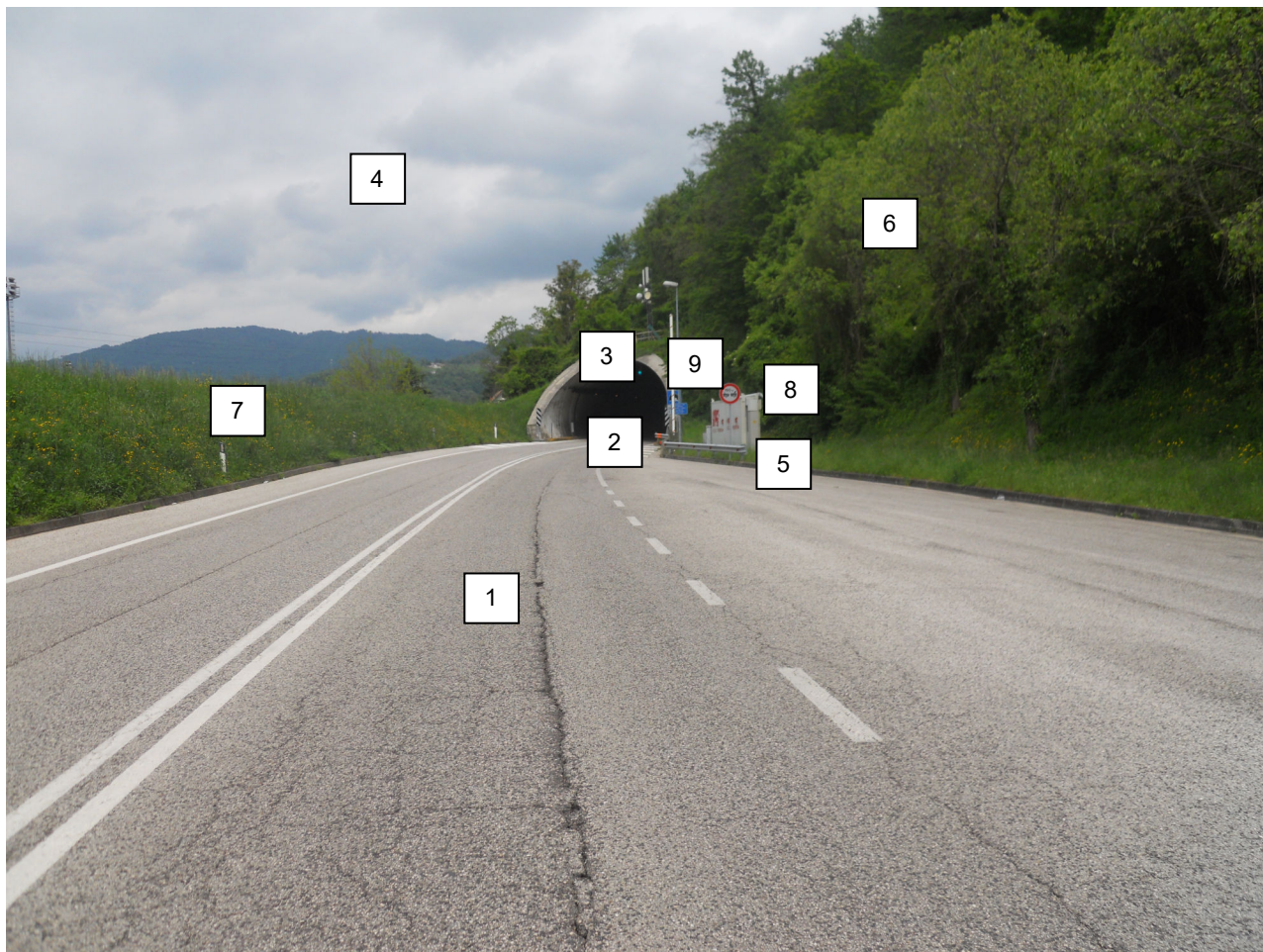
REPORT DE MISURA DELLE LUMINANZE AMBIENTALI

IMBOCCO LATO SUD

Generalità

Parametro	Valore
Direzione di percorrenza	Nord (Lato Sud)
Lunghezza fornice	620 m
Velocità prescritta	70+10 km/h
Pendenza zona di accesso	~ 3,2 %
Distanza di riferimento (Da)	81 m
Data rilevamento	07/05/2019
Orario	13:00
Condizioni meteo	Variabile con sole
Illuminamento a terra	94.000
Norma di riferimento	UNI 11095:2011

Foto imbocco dalla distanza (Da) con punti di misura



Misure delle luminanze ambientali

Punto di misura	Tipo di superficie	Luminanza misurata (cd/m ²)	Note eventuali
1	Asfalto	4.900	
2	Tunnel	60	
3	Muro portale	4.500	
4	Cielo	10.000	
5	Guardrail (DX)	2.200	
6	Vegetazione	2.000	
7	Vegetazione (Prato)	1.800	
8	Shelter	4.500	
9	Segnaletica blu	1.600	

ALLEGATO 4

CERTIFICATO DI TARATURA LUMINANZOMETRO



KONICA MINOLTA

Calibration certificate

Page 1 / 2

Certificate number : CAS-50411-Q5D4P3

Maker : Konica Minolta
Model : Luminance Meter LS-160
Serial number : 20001327

Commissioner :
Sint Ingegneria S.r.l.
Via Colombo Cristoforo, 106
36061 Bassano del Grappa
Italy

Calibrated on : 22.02.2019
Recommended next calibration : 22.02.2020

This is to certify that above calibration subject is inspected and calibrated, using apparatus traceable to Japanese or other international standards. The results of inspection and calibration have been found to satisfy the inspection standards of Konica Minolta Sensing. For detailed information about traceability please refer to:
<https://www.konicaminolta.eu/en/measuring-instruments/technical-service/maintenance-calibration/traceability.html>

Bremen, 22.02.2019

Service Manager

Ulrich Strahlendorf

Service Technician

Oliver Meins

Giving Shape to Ideas

Konica Minolta Sensing Europe B.V.

European Service Center

Utbremer Str. 90 DE-28217 Bremen
Phone: +49 (0) 421 5262890 Fax: +49 (0) 421 52628973
www.konicaminolta.eu esc@seu.konicaminolta.eu

ALLEGATO 5

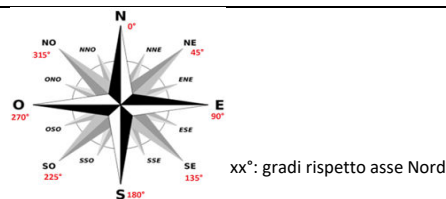
DEFINIZIONE CURVA DI LUMINANZA

IMBOCCO LATO NORD

Codice Comessa:	19020
Committente:	VIABILITA'
Oggetto:	Galleria Valle Miara
Nome imbocco	Imbocco lato Nord

Dati galleria

Direzione di transito	Sud
Gradi [°]	180
Lunghezza galleria [m]	620
Tipo Galleria	Lunga



Dati atmosferici

Collocazione galleria	Extraurbana quota <=500m
Distanza di visibilità metereologica	Da tabella prospetto E.4
Distanza di visibilità metereologica (V_{m75}) [m]	10000
Latitudine	45°N
Illuminamenti orizzontali	Da tabella prospetto E.3
Illuminamenti orizzontali (E_{h75}) [lux]	56000

Dati impianto

Tipo di impianto	Controflusso
Fattore "c"	0,23
Luminanza interna (L_i) [cd/m ²]	3

Dati di calcolo

Tipo di strada	Altre strade
Velocità di riferimento [km/h]	80
Pendenza strada [%]	-4,8
Condizioni manto stradale	Asciutta

Distanza di riferimento [m]	84
-----------------------------	----

Metodo di calcolo	Andamento luminanza media trasversale (Appendice D)
-------------------	---

Fattore di sicurezza K_s	1,00
----------------------------	------

Valori misurati delle luminanze superficiali (Direzione Sud)	
Superficie	Luminanza [kcd/m ²]
Cielo	12
Asfalto	5
Guard rail	2
Muro portale	2
Casa	4
Vegetazione (DX)	1,5
Vegetazione (SX)	2
Galleria	0,06
Muro (DX)	2
Muro (SX)	2,5
Segnaletica bianca a terra	6
Segnaletica blu	1,5

Titolo: **CALCOLO DELLA LUMINANZA DI SOGLIA TRAMITE DIAGRAMMA DI "ADRIAN"**
Distanza: 84 m

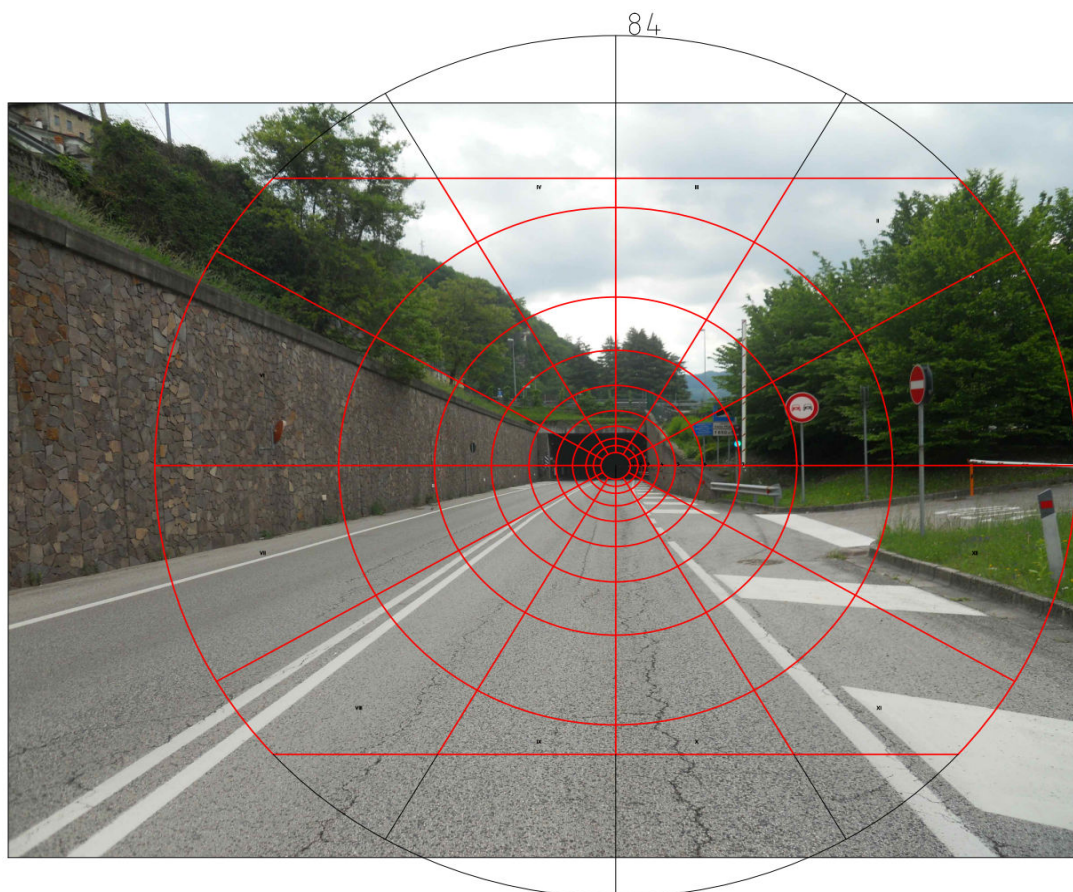
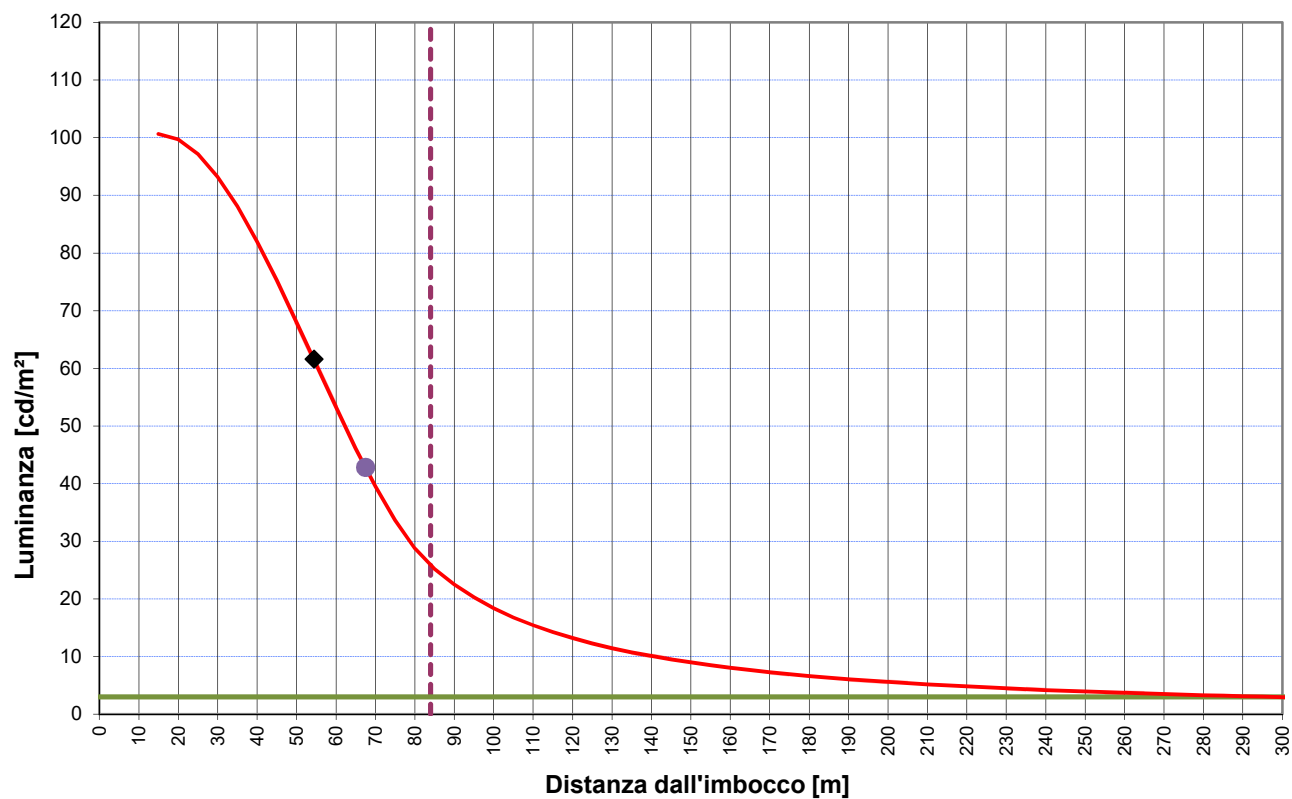


TABELLE DI RIEPILOGO DEI RISULTATI

		ANELLI									TOTALI
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	UNI
SETTORI	(I)	0,1	0,1	1,6	2,0	1,7	1,9	1,5	1,5	1,5	11,78
	(II)	0,1	0,1	0,3	1,9	1,9	2,1	6,8	7,8	7,3	28,09
	(III)	0,1	0,1	0,8	1,7	1,9	2,0	11,0	12,0	2,6	32,10
	(IV)	0,1	0,1	0,8	2,0	2,0	3,0	10,0	12,0	2,6	32,60
	(V)	0,1	0,1	0,1	1,0	1,9	2,0	2,0	3,6	6,2	16,95
	(VI)	0,1	0,1	0,1	0,1	1,3	2,5	2,5	2,5	2,5	11,37
	(VII)	0,1	0,1	1,0	2,5	3,8	4,0	4,0	4,0	4,1	23,58
	(VIII)	2,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,9	41,43
	(IX)	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1,1	40,85
	(X)	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1,1	40,85
	(XI)	2,0	5,0	5,5	5,5	5,4	4,8	4,7	3,6	3,2	39,73
	(XII)	0,1	0,1	2,2	2,2	2,5	3,0	3,4	4,0	3,3	20,63
Totale											339,96

CALCOLO SECONDO NORMA UNI 11095			
	u.m.	Valore	Note
L_{seq75}	cd/m ²	173,38	
Da	m	84	
E_{h75}	lux	56.000	
V_{m75}	m	10.000	
L_{atm75}	cd/m ²	194,75	
L_{par75}	cd/m ²	69,35	
L_{v75}	cd/m ²	437,48	
c		0,23	
Le	cd/m²	100,62	
K_s		1,00	
Le progetto	cd/m²	100,62	

CURVA TEORICA DI LUMINANZA Imbocco lato Nord



--- Fine zona di entrata
 --- Luminanza permanente
 --- Curva teorica di luminanza
 ◆ L(x)
 ● L(x+dt)

VERIFICA CONDIZIONE (2) DELLA UNI 11095:2019

x =	54,38
dt =	13,09

L(x+dt)	42,78
L(x)	61,54

L(x+dt) / L(x) (>0,55)	0,70
----------------------------------	------

Verificata

$$\frac{\bar{L}_{t,c,r}(x + d_t)}{\bar{L}_{t,c,r}(x)} \geq 0,55$$

dove:
 d_t vale $0,154 d_{p,max}$

VALORI NUMERICI CURVA TEORICA DI LUMINANZA

Distanza [m]	Luminanza [cd/m ²]
15	100,62
20	99,72
25	97,16
30	93,20
35	88,06
40	82,00
45	75,24
50	68,04
55	60,62
60	53,24
65	46,12
70	39,52
75	33,66
80	28,79
85	25,16
90	22,48
95	20,26
100	18,39
105	16,80
110	15,43
115	14,24
120	13,20
125	12,28
130	11,47
135	10,75
140	10,10
145	9,51
150	8,98
155	8,50
160	8,06
165	7,66
170	7,30
175	6,96
180	6,64
185	6,36
190	6,09
195	5,84
200	5,60
205	5,39
210	5,19
215	4,99
220	4,82
225	4,65
230	4,49
235	4,34
240	4,20
245	4,07
250	3,94
255	3,82
260	3,71
265	3,60
270	3,50
275	3,40
280	3,31
285	3,22
290	3,13
295	3,05

ALLEGATO 6

DEFINIZIONE CURVA DI LUMINANZA

IMBOCCO LATO SUD

Codice Commessa: **19020**

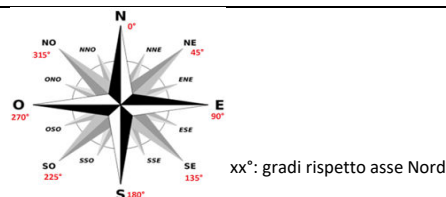
Committente: **VIABILITA'**

Oggetto: **Galleria Valle Miara**

Nome imbocco: **Imbocco lato Sud**

Dati galleria

Direzione di transito	Nord
Gradi [°]	0
Lunghezza galleria [m]	650
Tipo Galleria	Lunga



Dati atmosferici

Collocazione galleria	Extraurbana quota <=500m
Distanza di visibilità metereologica	Da tabella prospetto E.4
Distanza di visibilità metereologica (V_{m75}) [m]	10000
Latitudine	45°N
Illuminamenti orizzontali	Da tabella prospetto E.3
Illuminamenti orizzontali (E_{h75}) [lux]	56000

Dati impianto

Tipo di impianto	Controflusso
Fattore "c"	0,23
Luminanza interna (L_i) [cd/m ²]	3

Dati di calcolo

Tipo di strada	Altre strade
Velocità di riferimento [km/h]	80
Pendenza strada [%]	3,2
Condizioni manto stradale	Asciutta

Distanza di riferimento [m]	80
-----------------------------	----

Metodo di calcolo	Andamento luminanza media trasversale (Appendice D)
-------------------	---

Fattore di sicurezza K_s	1,00
----------------------------	------

Valori misurati delle luminanze superficiali (Direzione Nord)	
Superficie	Luminanza [kcd/m ²]
Cielo	10
Asfalto	4,9
Shelter	4,5
Muro portale	4,5
Guard rail	2,2
Prato	1,8
Vegetazione	2
Galleria	0,06
Segnaletica	1,6

Titolo: **CALCOLO DELLA LUMINANZA DI SOGLIA TRAMITE DIAGRAMMA DI "ADRIAN"**
Distanza: 80 m

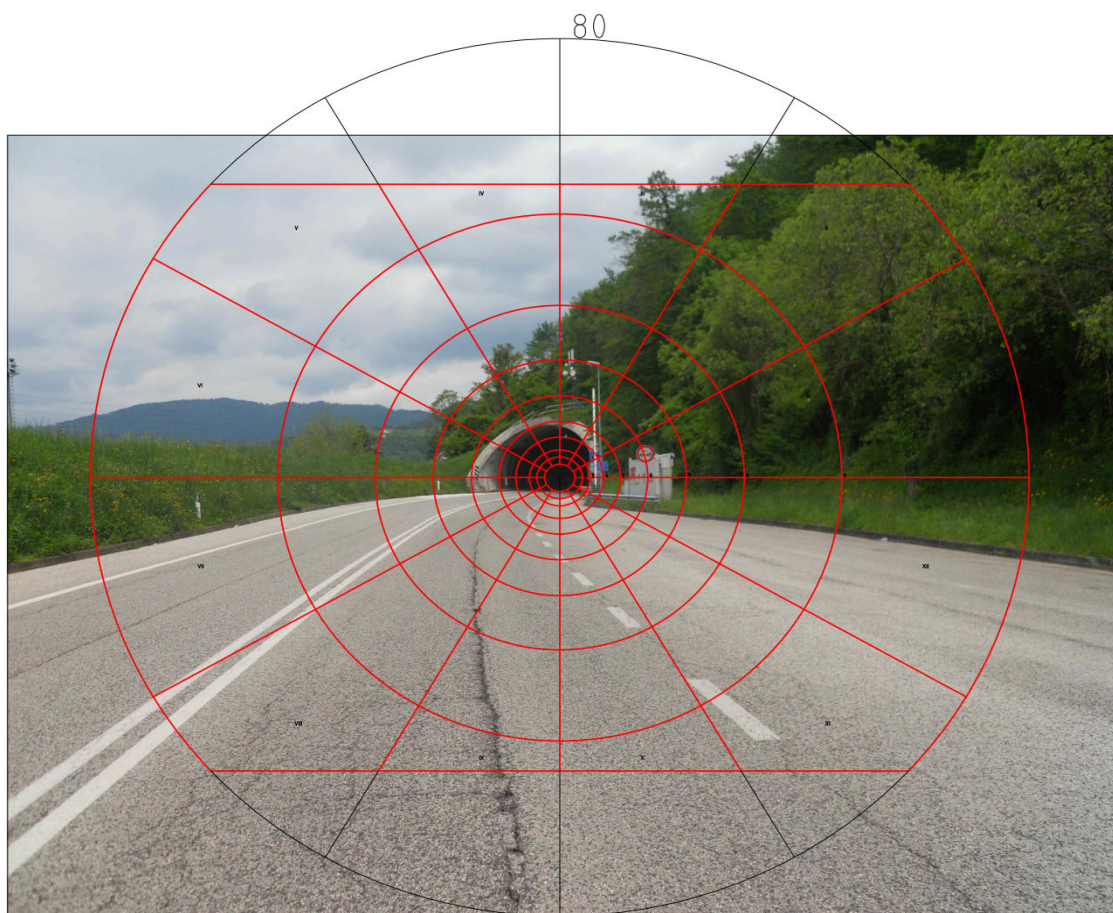
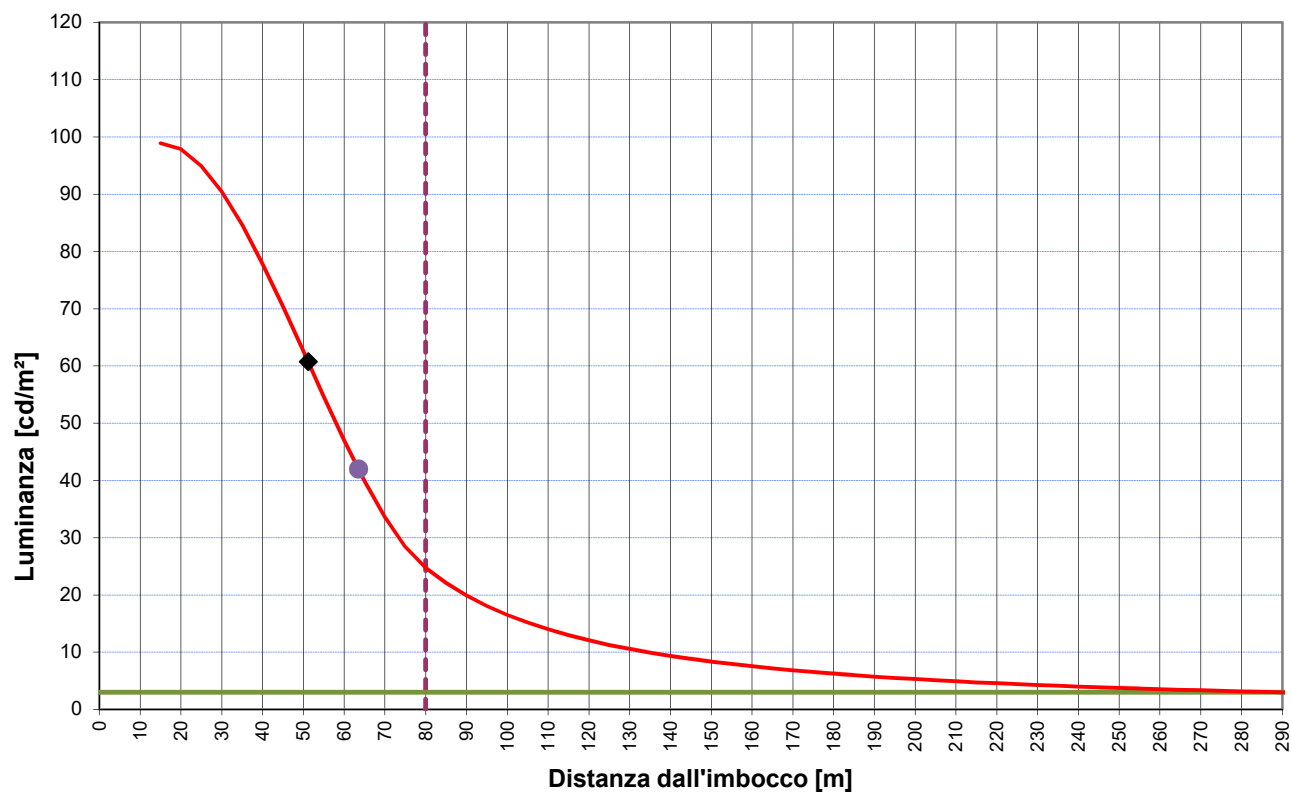


TABELLE DI RIEPILOGO DEI RISULTATI

		ANELLI									TOTALI
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	UNI
SETTORI	(I)	0,1	0,1	3,8	2,0	3,0	2,7	2,0	2,0	2,0	17,63
	(II)	0,1	0,1	0,8	4,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	14,48
	(III)	0,1	0,1	0,1	3,2	2,3	2,0	2,8	7,6	2,1	20,11
	(IV)	0,1	0,1	0,1	0,9	2,5	2,8	9,6	10,0	2,2	28,23
	(V)	0,1	0,1	0,1	0,1	2,6	2,8	10,0	10,0	7,8	33,42
	(VI)	0,1	0,1	0,1	0,1	3,8	2,0	2,8	4,4	6,8	20,05
	(VII)	0,1	0,1	1,5	3,0	4,7	4,0	4,1	4,0	4,0	25,35
	(VIII)	1,5	3,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	3,8	38,67
	(IX)	4,4	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	1,1	39,79
	(X)	4,4	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	1,1	39,79
	(XI)	4,4	3,7	3,8	4,1	4,9	4,9	4,9	4,9	3,8	39,37
	(XII)	0,1	0,7	4,0	2,0	3,5	3,9	3,5	3,9	4,0	25,59
Totale											342,49

CALCOLO SECONDO NORMA UNI 11095			
	u.m.	Valore	Note
L_{seq75}	cd/m ²	174,67	
Da	m	80	
E_{h75}	lux	56.000	
V_{m75}	m	10.000	
L_{atm75}	cd/m ²	185,48	
L_{par75}	cd/m ²	69,87	
L_{v75}	cd/m ²	430,02	
c		0,23	
Le	cd/m²	98,90	
K_S		1,00	
Le progetto	cd/m²	98,90	

CURVA TEORICA DI LUMINANZA Imbocco lato Sud



--- Fine zona di entrata
 --- Luminanza permanente
 --- Curva teorica di luminanza
 ◆ L(x)
 ● L(x+dt)

VERIFICA CONDIZIONE (2) DELLA UNI 11095:2019

x =	51,18
dt =	12,32

L(x+dt)	41,96
L(x)	60,71

L(x+dt) / L(x) (>0,55)	0,69
----------------------------------	------

Verificata

$$\frac{\bar{L}_{t,c,r}(x + d_t)}{\bar{L}_{t,c,r}(x)} \geq 0,55$$

dove:
 d_t vale $0,154 d_{p,max}$

VALORI NUMERICI CURVA TEORICA DI LUMINANZA

Distanza [m]	Luminanza [cd/m ²]
15	98,90
20	97,86
25	94,93
30	90,42
35	84,62
40	77,85
45	70,40
50	62,58
55	54,68
60	47,02
65	39,89
70	33,60
75	28,44
80	24,73
85	22,10
90	19,91
95	18,08
100	16,51
105	15,16
110	14,00
115	12,97
120	12,07
125	11,27
130	10,56
135	9,92
140	9,35
145	8,83
150	8,36
155	7,93
160	7,53
165	7,17
170	6,84
175	6,53
180	6,25
185	5,98
190	5,74
195	5,51
200	5,30
205	5,10
210	4,91
215	4,73
220	4,57
225	4,41
230	4,27
235	4,13
240	4,00
245	3,87
250	3,76
255	3,64
260	3,54
265	3,44
270	3,34
275	3,25
280	3,16
285	3,08
290	3,00

ALLEGATO 7

CALCOLI ILLUMINOTECNICI

ILLUMINAZIONE PERMANENTE

PERMANENTE NORMALE - GALLERIA ARTIFICIALE

CARREGGIATA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	4,76	4,61	4,58	4,52	4,46	4,53	4,41
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	2,93	2,86	2,94	2,78	2,89	2,78	2,86
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	2,34	2,28	2,40	2,24	2,39	2,27	2,31
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	2,29	2,25	2,35	2,21	2,35	2,23	2,27
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	2,73	2,67	2,75	2,61	2,71	2,64	2,71
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	4,20	4,12	4,07	4,07	3,98	4,11	3,98
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{t,c} [cd/m ²]	3,21	3,13	3,18	3,07	3,13	3,09	3,09
	Uniformità trasversale carreggiata - U _{ot,c}	0,71	0,72	0,74	0,72	0,75	0,72	0,73
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	3,13						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,73						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,69						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,95						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,71						
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 10%)	5,00%						

CARREGGIATA OSSERVATORE 02	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	4,20	4,12	4,07	4,07	3,98	4,11	3,98
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	2,73	2,67	2,75	2,61	2,71	2,64	2,71
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	2,29	2,25	2,35	2,21	2,35	2,23	2,27
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	2,34	2,28	2,40	2,24	2,39	2,27	2,31
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	2,93	2,86	2,94	2,78	2,86	2,78	2,86
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	4,76	4,61	4,58	4,52	4,46	4,53	4,41
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{t,c} [cd/m ²]	3,21	3,13	3,18	3,07	3,13	3,09	3,09
	Uniformità trasversale carreggiata - U _{ot,c}	0,71	0,72	0,74	0,72	0,75	0,72	0,73
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	3,13						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,69						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,73						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,95						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,71						
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 10%)	5,00%						

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	2,85	2,39	3,20	2,28	3,20	2,39	2,85
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	2,27	2,10	2,36	2,03	2,36	2,10	2,27
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	2,56	2,25	2,78	2,16	2,78	2,25	2,56
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p} [L _{min} /L _{mt}]	0,89	0,94	0,85	0,94	0,85	0,94	0,89
	Luminanza media parete - L _{p,p} [cd/m ²]	2,48						
	Uniformità generale - U _{0,p} (Min ≥ 0,4)	0,82						
	Uniformità longitudinale - U _{l,p} (Min ≥ 0,6)	0,71						
	Valore minimo U _{ot,p}	0,85						
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	79,1%						

PARETE SINISTRA	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	2,85	2,39	3,20	2,28	3,20	2,39	2,85
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	2,27	2,10	2,36	2,03	2,36	2,10	2,27
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	2,56	2,25	2,78	2,16	2,78	2,25	2,56
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p} [L _{min} /L _{mt}]	0,89	0,94	0,85	0,94	0,85	0,94	0,89
	Luminanza media parete - L _{p,p} [cd/m ²]	2,48						
	Uniformità generale - U _{0,p} (Min ≥ 0,4)	0,82						
	Uniformità longitudinale - U _{l,p} (Min ≥ 0,6)	0,71						
	Valore minimo U _{ot,p}	0,85						
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	79,1%						

PERMANENTE NORMALE - GALLERIA NATURALE

CARREGGIATA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	4,72	4,33	4,52	4,32	4,30	4,50	4,21
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	3,30	3,04	3,21	2,98	3,09	3,08	3,05
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	2,54	2,35	2,55	2,32	2,51	2,42	2,38
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	2,45	2,30	2,49	2,27	2,46	2,37	2,34
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	3,04	2,85	2,99	2,82	2,89	2,91	2,89
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	4,26	3,98	4,03	3,95	3,87	4,12	3,87
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{t,c} [cd/m ²]	3,39	3,14	3,30	3,11	3,19	3,23	3,12
	Uniformità trasversale carreggiata - U _{ot,c}	0,72	0,73	0,75	0,73	0,77	0,73	0,75
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	3,21						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,73						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,70						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,90						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,72						
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 10%)	3,00%						

CARREGGIATA OSSERVATORE 02	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	4,26	3,98	4,03	3,95	3,87	4,12	3,87
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	3,04	2,85	2,99	2,82	2,89	2,91	2,89
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	2,45	2,30	2,49	2,27	2,46	2,37	2,34
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	2,54	2,35	2,55	2,32	2,51	2,42	2,38
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	3,30	3,04	3,21	2,98	3,09	3,08	3,05
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	4,72	4,33	4,52	4,32	4,30	4,50	4,21
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{t,c} [cd/m ²]	3,39	3,14	3,30	3,11	3,19	3,23	3,12
	Uniformità trasversale carreggiata - U _{ot,c}	0,72	0,73	0,75	0,73	0,77	0,73	0,75
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	3,21						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,70						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,73						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,90						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,72						
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 10%)	3,00%						

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	2,63	2,12	3,16	1,95	3,16	2,12	2,63
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	2,07	1,90	2,16	1,81	2,16	1,90	2,07
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	2,35	2,01	2,66	1,88	2,66	2,01	2,35
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p} [L _{min} /L _{mt}]	0,88	0,95	0,81	0,96	0,81	0,95	0,88
	Luminanza media parete - L _{p,p} [cd/m ²]	2,27						
	Uniformità generale - U _{0,p} (Min ≥ 0,4)	0,80						
	Uniformità longitudinale - U _{l,p} (Min ≥ 0,6)	0,62						
	Valore minimo U _{ot,p}	0,81						
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	70,8%						

PARETE SINISTRA	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	2,63	2,12	3,16	1,95	3,16	2,12	2,63
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	2,07	1,90	2,16	1,81	2,16	1,90	2,07
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	2,35	2,01	2,66	1,88	2,66	2,01	2,35
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p} [L _{min} /L _{mt}]	0,88	0,95	0,81	0,96	0,81	0,95	0,88
	Luminanza media parete - L _{p,p} [cd/m ²]	2,27						
	Uniformità generale - U _{0,p} (Min ≥ 0,4)	0,80						
	Uniformità longitudinale - U _{l,p} (Min ≥ 0,6)	0,62						
	Valore minimo U _{ot,p}	0,81						
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	70,8%						

PERMANENTE DI EMERGENZA - GALLERIA ARTIFICIALE

CARREGGIATA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	2,20	2,13	2,11	2,09	2,06	2,09	2,04
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	1,35	1,32	1,36	1,28	1,33	1,28	1,32
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	1,08	1,05	1,11	1,03	1,10	1,05	1,06
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	1,06	1,04	1,08	1,02	1,08	1,03	1,05
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	1,26	1,23	1,27	1,21	1,25	1,22	1,25
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	1,94	1,90	1,88	1,88	1,84	1,90	1,84
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{t,c} [cd/m ²]	1,48	1,45	1,47	1,42	1,44	1,43	1,43
	Uniformità trasversale carreggiata - U _{ot,c}	0,72	0,72	0,74	0,72	0,75	0,72	0,74
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	1,44						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,73						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,69						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,94						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,72						
	Valore massimo incremento di soglia TI	5,00%						

CARREGGIATA OSSERVATORE 02	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	1,94	1,90	1,88	1,88	1,84	1,90	1,84
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	1,26	1,23	1,27	1,21	1,25	1,22	1,25
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	1,06	1,04	1,08	1,02	1,08	1,03	1,05
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	1,08	1,05	1,11	1,03	1,10	1,05	1,06
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	1,35	1,32	1,36	1,28	1,33	1,28	1,32
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	2,20	2,13	2,11	2,09	2,06	2,09	2,04
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{t,c} [cd/m ²]	1,48	1,45	1,47	1,42	1,44	1,43	1,43
	Uniformità trasversale carreggiata - U _{ot,c}	0,72	0,72	0,74	0,72	0,75	0,72	0,74
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	1,44						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,69						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,73						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,94						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,72						
	Valore massimo incremento di soglia TI	5,00%						

PERMANENTE DI EMERGENZA - GALLERIA NATURALE

CARREGGIATA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	1,77	1,62	1,69	1,62	1,61	1,69	1,58
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	1,24	1,14	1,12	1,12	1,16	1,15	1,15
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	0,95	0,88	0,96	0,87	0,94	0,91	0,89
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	0,92	0,86	0,93	0,85	0,92	0,89	0,88
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	1,14	1,07	1,12	1,06	1,08	1,09	1,08
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	1,60	1,49	1,51	1,48	1,45	1,55	1,45
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{t,c} [cd/m ²]	1,27	1,18	1,22	1,17	1,19	1,21	1,17
	Uniformità trasversale carreggiata - U _{ot,c}	0,72	0,73	0,76	0,73	0,77	0,73	0,75
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	1,20						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,73						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,70						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,90						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,72						
	Valore massimo incremento di soglia TI	3,00%						

CARREGGIATA OSSERVATORE 02	Progressiva [m]	466,5	469,5	472,5	475,5	478,5	481,5	484,5
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	1,60	1,49	1,51	1,48	1,45	1,55	1,45
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	1,14	1,07	1,12	1,06	1,08	1,09	1,08
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	0,92	0,89	0,93	0,85	0,92	0,89	0,88
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²]	0,95	0,88	0,96	0,87	0,94	0,91	0,89
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	1,24	1,14	1,21	1,12	1,16	1,15	1,14
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²]	1,77	1,62	1,69	1,62	1,61	1,69	1,58
	Luminanza media trasversale carreggiata - L _{mt} [cd/m ²]	1,27	1,18	1,24	1,17	1,19	1,21	1,17
	Uniformità trasversale carreggiata - U _t [L _{mint} /L _{mt}]	0,72	0,74	0,75	0,73	0,77	0,73	0,75
	Luminanza media carreggiata - L _{p,c} [cd/m ²]	1,20						
	Uniformità generale corsia di marcia - U _{0,cm} (Min ≥ 0,5)	0,70						
	Uniformità generale corsia inversa - U _{0,ci} (Min ≥ 0,4)	0,73						
	Uniformità longitudinale - U _{l,c} (Min ≥ 0,7)	0,90						
	Valore minimo U _{ot,c}	0,72						
	Valore massimo incremento di soglia TI	3,00%						

ALLEGATO 8

CALCOLI ILLUMINOTECNICI

ILLUMINAZIONE DI RINFORZO

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	14	17	19	21	24	26	29	31	33	36	38	40	43	45	48	50	52	55	57	60	62	64	67	69	71	74
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²] - Corsia inversa	174,8	175,9	175,1	174,4	172,8	167,5	163,1	160,2	154,5	149,2	143,6	137,6	130,2	124,7	122,4	118,3	110,7	101,5	94,2	89,9	84,5	81,6	73,6	70,7	65,0	61,7
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²] - Corsia inversa	112,3	111,7	111,3	110,9	109,7	107,3	105,2	103,0	99,9	97,0	93,5	89,4	85,5	81,8	79,3	75,5	72,5	67,2	62,7	59,1	55,5	53,2	48,4	46,6	42,4	40,7
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²] - Corsia inversa	92,1	91,9	91,3	90,8	89,2	87,8	86,4	84,7	82,4	79,9	76,9	73,6	70,1	67,8	65,6	63,0	59,7	56,4	51,9	49,7	47,0	44,4	40,3	38,8	35,4	34,0
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²] - Corsia di marcia	90,7	90,6	90,0	89,6	87,9	86,7	85,2	83,6	81,3	78,9	75,9	72,6	69,3	67,0	64,8	62,4	59,1	55,9	51,5	49,2	46,5	43,9	39,9	38,3	35,0	33,7
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²] - Corsia di marcia	107,2	106,5	106,0	105,9	104,9	102,5	100,7	98,6	95,7	93,0	89,6	85,9	81,9	78,5	76,0	72,7	69,6	64,9	60,4	56,9	53,3	51,2	46,4	44,9	40,9	39,1
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²] - Corsia di marcia	159,9	160,6	159,7	159,5	158,9	154,1	149,9	147,3	142,2	137,4	132,3	127,0	120,3	114,7	112,6	109,4	103,0	94,4	87,6	83,3	77,7	75,8	68,2	65,5	60,3	57,3
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m ²]	119,3	119,2	118,5	118,3	117,2	114,4	111,9	109,8	106,4	103,1	99,3	95,2	90,5	86,7	84,5	81,5	77,2	71,7	66,5	63,2	59,2	57,0	51,5	49,5	45,4	43,4
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	0,77	0,76	0,78	0,77	0,78	0,79	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,74	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,74	0,75	0,75	0,74	0,75
	Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,74																									
	Valore minimo U _{ot,cl} (Min ≥ 0,4)	0,71																									
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	17,0%																									
PARETE DESTRA	Progressiva [m]	14	17	19	21	24	26	29	31	33	36	38	40	43	45	48	50	52	55	57	60	62	64	67	69	71	74
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	116,6	106,5	102,8	106,4	108,4	112,1	110,1	102,3	98,3	98,0	96,3	92,0	88,6	85,4	78,4	70,9	73,1	76,8	69,8	58,9	52,7	46,4	50,8	50,0	46,9	38,6
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	90,8	86,7	84,4	85,5	86,9	88,2	86,9	82,8	79,4	77,8	76,1	73,3	70,5	67,5	63,2	58,8	58,6	59,0	55,1	48,6	43,5	40,0	40,5	39,8	37,2	32,4
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	103,7	96,6	93,6	96,0	97,7	100,2	98,5	92,6	88,9	87,9	86,2	82,7	79,6	76,4	70,8	64,8	65,9	67,9	62,5	53,7	48,1	43,2	45,7	44,9	42,0	35,5
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,88	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89	0,88	0,89	0,91	0,89	0,87	0,88	0,90	0,90	0,93	0,89	0,89	0,88	0,91
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,84																									
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	72,7%																									

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	76	79	81	83	86	88	90	93	95	98	100	102	105	107	109	112	114	117	119	121	124	126	129	131	133	136
	Fila di calcolo 1 [cd/m²] - Corsia inversa	58,4	58,6	55,7	49,4	48,1	43,2	40,7	37,6	35,7	34,5	34,4	34,7	32,5	30,6	29,4	28,1	26,1	25,7	24,4	24,0	21,9	21,3	20,6	20,7	20,3	19,8
	Fila di calcolo 2 [cd/m²] - Corsia inversa	38,8	37,3	35,5	32,8	31,7	28,2	27,2	25,4	23,2	22,4	22,4	21,5	21,0	20,3	19,1	18,3	17,3	16,7	15,7	15,5	14,2	14,0	13,5	13,1	13,1	12,6
	Fila di calcolo 3 [cd/m²] - Corsia inversa	32,8	31,0	29,4	27,5	26,5	23,6	23,0	21,4	19,3	18,5	18,5	17,8	16,8	16,8	15,8	15,1	14,6	13,9	13,0	12,7	11,8	11,5	11,2	10,8	10,7	10,4
	Fila di calcolo 4 [cd/m²] - Corsia di marcia	32,4	30,7	29,0	27,3	26,3	23,3	22,8	21,2	19,1	18,3	18,2	17,5	16,6	16,7	15,6	14,9	14,5	13,7	12,9	12,6	11,7	11,4	11,1	10,7	10,5	10,2
	Fila di calcolo 5 [cd/m²] - Corsia di marcia	37,1	35,8	34,2	31,5	30,7	27,2	26,2	24,3	22,2	21,5	21,3	20,6	20,1	19,5	18,3	17,6	16,6	16,1	15,0	14,8	13,7	13,4	12,9	12,5	12,5	12,0
	Fila di calcolo 6 [cd/m²] - Corsia di marcia	53,5	53,9	51,8	45,9	44,7	40,3	37,7	34,7	32,9	31,5	31,4	31,9	30,2	28,4	27,2	26,1	24,0	23,7	22,4	22,2	20,3	19,6	18,9	19,0	18,5	18,1
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m²]	41,0	40,1	38,4	34,9	33,9	30,3	28,9	26,7	24,7	23,7	23,6	23,4	22,3	21,5	20,4	19,5	18,3	17,8	16,8	16,5	15,2	14,8	14,3	14,0	13,8	13,4
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,79	0,76	0,76	0,78	0,77	0,77	0,79	0,79	0,77	0,77	0,77	0,77	0,75	0,75	0,77	0,77	0,76	0,79	0,77	0,77	0,76	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76
Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,76	0,73	0,73	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	0,74	0,74	0,74	0,74	0,72	0,72	0,75	0,74	0,74	0,76	0,74	0,74	0,73	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73
Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,74																										
Valore minimo U _{ot,c} (Min ≥ 0,4)	0,71																										
Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	17,0%																										
PARETE DESTRA	Progressiva [m]	76	79	81	83	86	88	90	93	95	98	100	102	105	107	109	112	114	117	119	121	124	126	129	131	133	136
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m²]	40,8	32,5	30,3	39,0	35,0	30,6	25,4	26,2	21,0	20,7	23,6	18,1	20,8	25,3	21,0	17,1	17,3	15,5	15,1	14,9	15,4	14,4	14,5	10,8	11,9	13,7
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m²]	31,7	28,2	26,7	29,2	27,7	24,8	21,6	20,7	18,2	17,5	17,9	15,9	17,1	18,3	16,5	14,6	13,9	13,0	12,4	12,2	12,3	11,7	11,2	9,6	9,9	10,5
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m²]	36,2	30,4	28,5	34,1	31,3	27,7	23,5	23,4	19,6	19,1	20,8	17,0	19,0	21,8	18,7	15,9	15,6	14,2	13,8	13,5	13,8	13,1	12,9	10,2	10,9	12,1
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,87	0,93	0,94	0,86	0,88	0,90	0,92	0,88	0,93	0,92	0,86	0,94	0,90	0,84	0,88	0,92	0,89	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,87	0,94	0,91	0,86
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,84																									
Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	72,7%																										

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	138	140	143	145	148	150	152	155	157	159	162	164	167	169	171	174	176	178	181	183	186	188	190	193	195	197	
	Fila di calcolo 1 [cd/m²] - Corsia inversa	20,3	20,0	20,3	20,1	19,0	18,5	18,0	17,1	16,5	16,4	15,7	15,4	14,4	14,1	13,8	13,7	13,0	13,1	12,7	12,5	12,4	12,2	12,0	12,0	12,3	12,1	
	Fila di calcolo 2 [cd/m²] - Corsia inversa	12,6	12,8	12,7	12,7	12,4	12,0	11,6	11,1	10,8	10,5	10,1	9,9	9,3	9,2	8,9	8,6	8,4	8,4	8,1	8,0	8,0	7,6	7,7	7,7	7,6	7,7	
	Fila di calcolo 3 [cd/m²] - Corsia inversa	10,3	10,4	10,6	10,3	10,2	9,9	9,5	9,3	9,0	8,6	8,4	8,2	7,7	7,5	7,4	7,2	6,9	7,0	6,6	6,6	6,6	6,3	6,3	6,4	6,2	6,2	
	Fila di calcolo 4 [cd/m²] - Corsia di marcia	10,2	10,2	10,4	10,1	10,1	9,8	9,4	9,2	8,9	8,5	8,3	8,0	7,6	7,4	7,3	7,1	6,8	6,9	6,5	6,5	6,5	6,2	6,2	6,3	6,1	6,1	
	Fila di calcolo 5 [cd/m²] - Corsia di marcia	12,1	12,1	12,2	12,1	11,8	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,6	9,5	8,9	8,8	8,5	8,3	8,0	8,1	7,7	7,7	7,7	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	
	Fila di calcolo 6 [cd/m²] - Corsia di marcia	18,5	18,2	18,6	18,5	17,6	17,1	16,7	15,8	15,2	15,1	14,4	14,2	13,3	12,9	12,6	12,6	11,9	12,0	11,7	11,5	11,3	11,2	11,0	10,9	11,3	11,1	
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m²]	13,6	13,5	13,7	13,6	13,2	12,8	12,4	11,9	11,5	11,2	10,8	10,6	9,9	9,7	9,5	9,3	8,9	9,0	8,6	8,5	8,5	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,75	0,76	0,76	0,74	0,77	0,77	0,76	0,77	0,77	0,76	0,77	0,76	0,77	0,76	0,77	0,76	0,77	0,77	0,75	0,76	0,76	0,75	0,76	0,77	0,75	0,75	
Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,72	0,72	0,73	0,71	0,73	0,74	0,73	0,74	0,74	0,73	0,74	0,73	0,74	0,73	0,74	0,73	0,74	0,73	0,74	0,72	0,73	0,73	0,72	0,72	0,73	0,71	0,72	
Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,74																											
Valore minimo U _{ot,c} (Min ≥ 0,4)	0,71																											
Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	17,0%																											

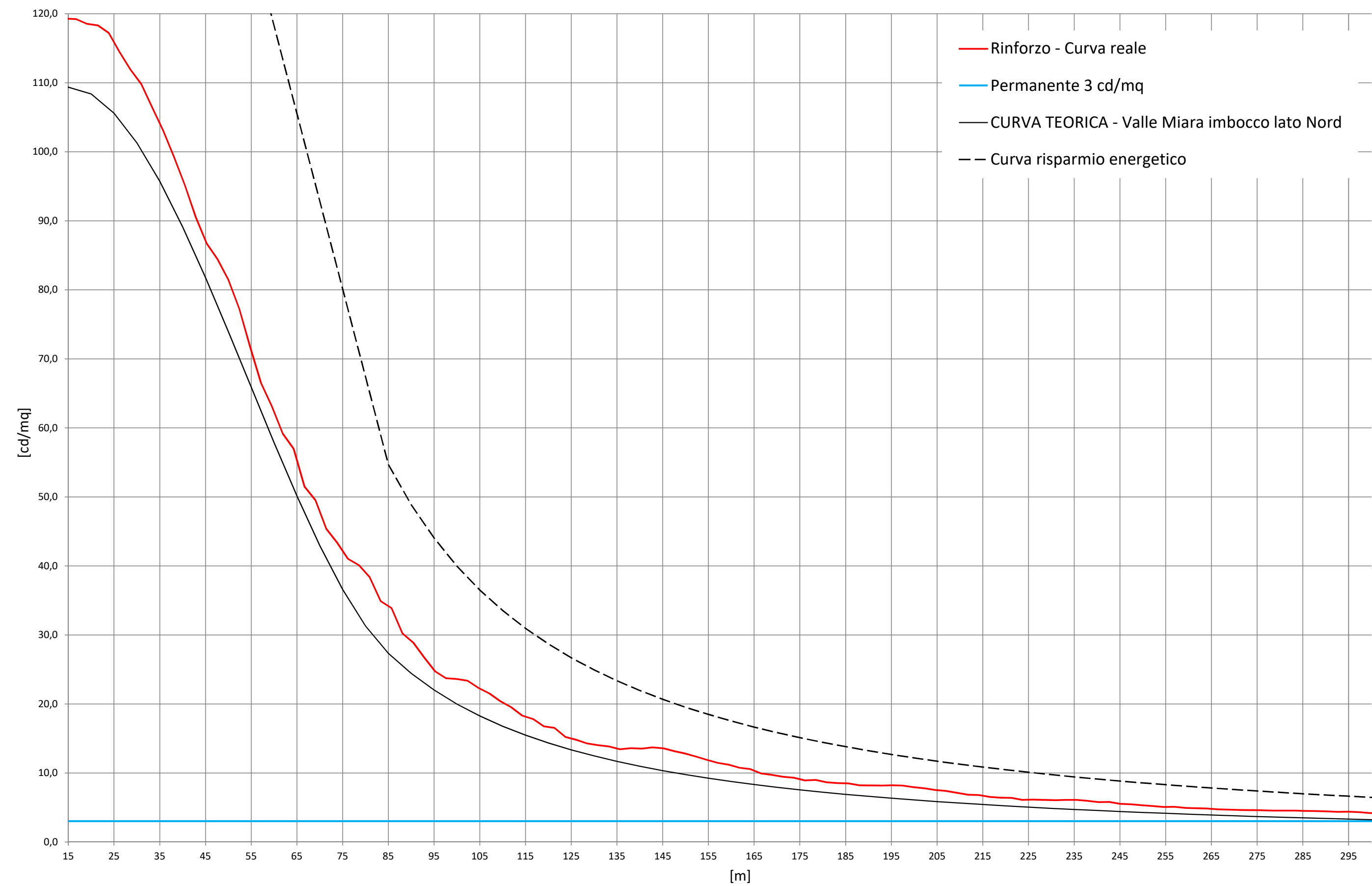
PARETE DESTRA	Progressiva [m]	138	140	143	145	148	150	152	155	157	159	162	164	167	169	171	174	176	178	181	183	186	188	190	193	195	197	
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m²]	11,7	12,9	11,8	11,6	13,6	13,1	11,7	11,0	11,1	9,7	9,7	9,9	9,5	9,6	9,2	7,4	8,4	8,4	8,0	7,7	8,4	7,6	7,1	8,4	6,5	6,9	
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m²]	9,8	10,1	9,8	9,9	10,4	10,1	9,6	8,9	8,7	8,1	8,0	8,0	7,7	7,6	7,3	6,5	6,7	6,7	6,5	6,4	6,5	6,1	5,9	6,3	5,7	5,8	
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m²]	10,7	11,5	10,8	10,7	12,0	11,6	10,6	9,9	9,9	8,9	8,8	9,0	8,6	8,6	8,2	7,0	7,5	7,5	7,3	7,0	7,5	6,9	6,5	7,3	6,1	6,3	
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,91	0,88	0,91	0,92	0,86	0,87	0,90	0,90	0,88	0,91	0,90	0,89	0,89	0,89	0,88	0,93	0,89	0,88	0,89	0,91	0,87	0,90	0,91	0,86	0,93	0,92	
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,84																										
Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	72,7%																											

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	200	202	205	207	209	212	214	217	219	221	224	226	228	231	233	236	238	240	243	245	247	250	252	255	257	259	
	Fila di calcolo 1 [cd/m²] - Corsia inversa	11,5	11,4	11,0	10,7	10,3	9,9	10,0	9,6	9,3	9,4	9,0	9,0	9,0	9,0	8,9	9,0	8,8	8,4	8,5	8,1	7,9	7,8	7,7	7,4	7,5	7,3	
	Fila di calcolo 2 [cd/m²] - Corsia inversa	7,5	7,3	7,1	7,0	6,7	6,5	6,4	6,1	6,1	6,0	5,7	5,8	5,7	5,7	5,8	5,7	5,5	5,5	5,4	5,2	5,2	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	
	Fila di calcolo 3 [cd/m²] - Corsia inversa	6,2	6,0	5,8	5,7	5,5	5,3	5,3	5,0	5,0	4,9	4,7	4,8	4,7	4,6	4,7	4,6	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3	4,1	4,0	4,0	3,9	3,8	
	Fila di calcolo 4 [cd/m²] - Corsia di marcia	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5	5,2	5,2	4,9	4,9	4,8	4,6	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4	4,2	4,2	4,0	3,9	3,9	3,8	3,7	
	Fila di calcolo 5 [cd/m²] - Corsia di marcia	7,1	7,0	6,8	6,7	6,4	6,2	6,1	5,9	5,8	5,8	5,4	5,5	5,5	5,4	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2	4,9	4,9	4,7	4,7	4,6	4,5	4,4	
	Fila di calcolo 6 [cd/m²] - Corsia di marcia	10,6	10,5	10,1	9,9	9,5	9,1	9,1	8,8	8,5	8,6	8,3	8,2	8,2	8,3	8,2	8,3	8,1	7,7	7,8	7,4	7,2	7,2	7,1	6,7	6,9	6,7	
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m²]		7,9	7,8	7,5	7,4	7,1	6,8	6,8	6,5	6,4	6,4	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,0	5,8	5,8	5,5	5,5	5,3	5,2	5,1	5,1	4,9
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}		0,77	0,75	0,76	0,76	0,77	0,76	0,76	0,75	0,77	0,75	0,75	0,77	0,76	0,75	0,76	0,75	0,75	0,77	0,76	0,76	0,78	0,76	0,76	0,77	0,75	0,75
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}		0,74	0,72	0,73	0,73	0,74	0,73	0,73	0,72	0,73	0,72	0,72	0,73	0,72	0,72	0,73	0,72	0,72	0,74	0,73	0,73	0,74	0,73	0,72	0,74	0,72	0,72
	Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)		0,74																									
	Valore minimo U _{ot,cl} (Min ≥ 0,4)		0,71																									
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)		17,0%																									

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	200	202	205	207	209	212	214	217	219	221	224	226	228	231	233	236	238	240	243	245	247	250	252	255	257	259	
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m²]	8,6	7,3	7,3	7,2	6,2	6,8	6,4	5,7	6,3	6,2	5,5	5,9	5,9	4,7	5,8	5,9	5,1	6,3	5,3	4,7	5,4	4,9	4,3	5,2	4,4	4,3	
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m²]	6,4	5,9	5,8	5,6	5,2	5,3	5,1	4,8	4,9	4,9	4,5	4,6	4,6	4,1	4,5	4,6	4,3	4,7	4,3	4,0	4,2	4,0	3,7	4,0	3,7	3,6	
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m²]		7,5	6,6	6,6	6,4	5,7	6,1	5,7	5,2	5,6	5,5	5,0	5,3	5,3	4,4	5,2	5,3	4,7	5,5	4,8	4,3	4,8	4,4	4,0	4,6	4,1	3,9
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}		0,85	0,90	0,89	0,88	0,91	0,88	0,89	0,91	0,88	0,88	0,91	0,88	0,87	0,94	0,88	0,88	0,92	0,86	0,90	0,92	0,87	0,90	0,93	0,86	0,91	0,91
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)		0,84																									
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)		72,7%																									

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	262	264	266	269	271	274	276	278	281	283	285	288	290	293	295	297	300	302	305	307	309
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²] - Corsia inversa	7,1	7,2	7,0	6,8	6,9	6,9	6,7	6,8	6,8	6,7	6,7	6,7	6,5	6,5	6,5	6,3	6,1	6,2	6,2	5,8	5,4
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²] - Corsia inversa	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,3	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,0	3,9	4,0	3,9	3,7	3,6
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²] - Corsia inversa	3,8	3,7	3,6	3,7	3,6	3,5	3,6	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	3,2	3,3	3,2	3,0	3,0
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²] - Corsia di marcia	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²] - Corsia di marcia	4,4	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,7	3,8	3,8	3,6	3,4
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²] - Corsia di marcia	6,5	6,6	6,4	6,2	6,3	6,3	6,1	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1	5,9	5,9	6,0	5,8	5,6	5,7	5,7	5,5	4,9
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m ²]	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,2	4,2	4,2	4,0	3,8
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,77	0,75	0,75	0,77	0,76	0,75	0,77	0,76	0,75	0,77	0,76	0,75	0,77	0,76	0,75	0,77	0,76	0,76	0,76	0,75	0,78
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,74	0,72	0,72	0,74	0,72	0,72	0,73	0,72	0,71	0,73	0,72	0,72	0,73	0,73	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,72	0,75
	Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,74																				
	Valore minimo U _{ot,cl} (Min ≥ 0,4)	0,71																				
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	17,0%																				

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	262	264	266	269	271	274	276	278	281	283	285	288	290	293	295	297	300	302	305	307	309
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	4,9	4,3	4,1	4,7	4,2	3,8	4,5	4,1	3,8	4,5	4,1	3,8	4,5	4,0	3,7	4,2	3,9	3,9	3,9	3,3	4,2
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	3,7	3,6	3,5	3,6	3,5	3,3	3,4	3,4	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,2	3,2	3,2	3,1	3,2	3,1	2,9	3,2
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	4,3	4,0	3,8	4,1	3,8	3,5	4,0	3,7	3,5	4,0	3,7	3,5	3,9	3,6	3,4	3,7	3,5	3,6	3,5	3,1	3,7
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,87	0,91	0,91	0,87	0,90	0,93	0,87	0,90	0,93	0,87	0,90	0,93	0,87	0,90	0,92	0,87	0,89	0,89	0,88	0,93	0,86
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,84																				
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	72,7%																				



CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	15	17	19	22	24	26	28	31	33	35	38	40	42	44	47	49	51	54	56	58	60	63	65	67	70	72
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²] - Corsia inversa	161,4	163,4	160,5	160,8	159,5	156,1	151,6	149,4	146,3	141,4	139,8	134,3	126,9	125,2	118,3	117,1	111,6	110,4	105,6	105,7	96,5	91,7	78,3	75,8	64,5	61,6
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²] - Corsia inversa	117,4	116,6	114,1	113,1	112,4	112,3	108,9	106,7	105,4	100,8	100,0	97,3	91,0	91,5	84,8	85,3	80,2	80,0	75,6	75,6	70,3	67,6	58,9	57,1	48,3	45,9
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²] - Corsia inversa	93,9	92,0	90,9	90,3	88,5	88,6	87,0	84,9	83,7	81,8	79,4	77,1	74,0	71,8	69,5	67,5	64,2	63,2	60,6	60,1	57,6	53,6	48,8	46,4	40,7	38,3
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²] - Corsia di marcia	92,3	90,4	89,2	88,7	86,9	87,0	85,5	83,6	82,3	80,3	78,2	75,8	72,8	70,3	68,6	66,0	63,4	62,1	59,6	59,1	56,7	52,8	48,2	45,8	40,2	37,8
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²] - Corsia di marcia	111,6	110,7	108,5	107,8	106,9	106,8	104,0	101,9	100,2	96,1	95,4	92,9	86,9	87,4	81,0	81,3	76,6	76,2	72,1	72,3	67,3	65,0	56,7	55,0	46,5	44,2
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²] - Corsia di marcia	148,9	150,8	147,9	148,3	147,4	144,8	140,5	138,2	135,9	130,5	129,7	125,2	117,4	116,7	109,5	108,5	103,8	101,8	98,1	98,0	90,1	86,4	73,6	71,1	60,5	57,5
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m ²]	117,6	117,3	115,2	115,0	113,7	112,9	110,0	107,9	106,1	102,3	101,1	98,0	92,4	91,5	86,4	85,3	81,3	80,0	76,6	76,4	71,4	68,1	59,5	57,3	49,1	46,5
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,77	0,78	0,77	0,78	0,79	0,77	0,77	0,79	0,77	0,79	0,77	0,78	0,78	0,78	0,77	0,80	0,78	0,81	0,80	0,82	0,81
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,76	0,74	0,75	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,76	0,75	0,75	0,76	0,75	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,77	0,76	0,79	0,78	0,80	0,79
	Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,75																									
	Valore minimo U _{ot,cl} (Min ≥ 0,4)	0,72																									
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	13,0%																									
PARETE DESTRA	Progressiva [m]	15	17	19	22	24	26	28	31	33	35	38	40	42	44	47	49	51	54	56	58	60	63	65	67	70	72
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	106,8	92,8	90,8	95,6	99,4	98,3	95,4	92,6	90,6	87,4	82,3	86,0	84,5	77,2	75,9	71,0	68,5	68,8	66,7	62,3	67,1	57,5	63,3	50,4	43,2	37,5
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	80,1	74,7	72,9	75,7	76,9	75,9	74,6	73,8	70,9	67,7	67,1	66,6	64,4	62,5	58,6	56,3	54,5	53,4	52,6	50,3	50,3	47,5	46,4	40,7	34,7	30,9
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	93,5	83,8	81,8	85,6	88,1	87,1	85,0	83,2	80,8	77,5	74,7	76,3	74,5	69,9	67,2	63,7	61,5	61,1	59,6	56,3	58,7	52,5	54,8	45,5	38,9	34,2
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,86	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,88	0,89	0,88	0,87	0,90	0,87	0,87	0,90	0,87	0,89	0,89	0,87	0,88	0,89	0,86	0,90	0,85	0,89	0,89	0,90
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,81																									
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	60,5%																									

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	74	76	79	81	83	86	88	90	92	95	97	99	102	104	106	108	111	113	115	118	120	122	124	127	129	131
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²] - Corsia inversa	55,4	51,0	49,8	52,0	48,7	43,4	41,9	38,3	35,9	33,4	32,2	29,5	29,3	27,7	25,9	26,3	28,7	27,2	24,9	24,8	24,0	22,3	21,6	19,9	19,7	18,9
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²] - Corsia inversa	40,9	37,4	36,3	36,6	34,8	32,0	31,1	28,0	27,3	24,5	23,7	21,4	21,2	19,8	18,7	18,7	19,7	19,1	18,3	17,9	17,5	16,4	15,9	14,3	14,4	13,5
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²] - Corsia inversa	34,1	30,0	29,6	29,6	27,4	26,2	24,2	23,0	22,3	20,2	18,9	17,3	17,0	16,2	14,7	15,3	15,8	15,1	14,7	13,9	13,8	13,7	12,6	11,6	11,5	10,9
	Fila di calcolo 4 [cd/m ²] - Corsia di marcia	33,6	29,7	29,1	29,1	27,0	25,9	23,7	22,8	21,9	19,9	18,5	17,0	16,7	15,9	14,5	15,0	15,6	14,8	14,5	13,6	13,6	13,5	12,4	11,5	11,2	10,7
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²] - Corsia di marcia	39,2	35,9	34,4	34,8	33,3	30,6	29,8	26,9	26,1	23,5	22,6	20,5	20,3	19,0	17,9	17,6	18,6	18,3	17,4	17,1	16,7	15,7	15,2	13,7	13,7	12,9
	Fila di calcolo 6 [cd/m ²] - Corsia di marcia	51,5	47,9	45,7	47,9	45,7	40,5	39,3	35,8	33,6	31,1	29,8	27,5	27,1	25,7	24,3	23,9	26,3	25,5	23,1	23,1	22,5	20,6	20,2	18,5	18,2	17,5
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m ²]	41,4	37,8	36,4	37,3	35,3	32,3	31,0	28,5	27,2	24,8	23,7	21,7	21,3	20,2	18,9	18,9	20,2	19,5	18,4	17,9	17,6	16,6	15,9	14,6	14,4	13,7
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,81	0,79	0,80	0,78	0,76	0,80	0,77	0,80	0,81	0,80	0,78	0,79	0,78	0,79	0,77	0,80	0,77	0,76	0,79	0,76	0,77	0,82	0,78	0,79	0,78	0,78
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,78	0,76	0,77	0,75	0,74	0,77	0,75	0,77	0,78	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,74	0,76	0,74	0,74	0,76	0,74	0,75	0,79	0,76	0,76	0,76	0,76
	Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,75																									
	Valore minimo U _{ot,cl} (Min ≥ 0,4)	0,72																									
	Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	13,0%																									
PARETE DESTRA	Progressiva [m]	74	76	79	81	83	86	88	90	92	95	97	99	102	104	106	108	111	113	115	118	120	122	124	127	129	131
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	38,0	30,1	34,3	27,8	24,0	34,6	31,0	25,1	22,9	21,1	19,3	18,9	18,8	18,0	15,4	18,6	13,1	12,5	19,9	18,3	14,1	14,4	13,2	12,7	12,8	11,5
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m ²]	28,9	25,6	25,3	23,0	21,5	24,6	23,9	20,3	18,3	16,7	15,5	15,1	14,6	13,9	12,9	13,2	11,4	11,4	13,8	13,8	11,9	11,1	10,7	10,0	9,8	9,2
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m ²]	33,4	27,8	29,8	25,4	22,8	29,6	27,4	22,7	20,6	18,9	17,4	17,0	16,7	15,9	14,1	15,9	12,3	11,9	16,9	16,0	13,0	12,7	11,9	11,3	11,3	10,3
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,86	0,92	0,85	0,90	0,94	0,83	0,87	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89	0,88	0,87	0,91	0,83	0,93	0,95	0,82	0,86	0,92	0,87	0,90	0,88	0,87	0,89
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,81																									
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	60,5%																									

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	134	136	138	140	143	145	147	150	152	154	156	159	161	163	166	168	170	172	175	177	179	182	184	186	188	191
	Fila di calcolo 1 [cd/m²] - Corsia inversa	18,4	17,2	17,6	16,4	16,1	16,1	15,1	14,7	15,2	14,0	13,6	14,8	14,2	14,1	14,0	15,0	14,9	15,2	14,2	14,3	13,1	12,3	11,5	11,2	10,6	10,4
	Fila di calcolo 2 [cd/m²] - Corsia inversa	13,4	12,4	12,5	11,8	11,6	11,7	10,8	10,6	10,9	9,9	9,9	10,5	9,8	10,2	9,9	10,3	10,5	10,7	10,2	10,4	9,6	9,1	8,5	8,2	7,7	7,4
	Fila di calcolo 3 [cd/m²] - Corsia inversa	10,5	10,1	10,0	9,5	9,2	9,3	8,6	8,5	8,8	7,8	7,9	8,3	7,7	8,0	7,8	8,0	8,5	8,4	8,0	8,2	7,7	7,3	6,9	6,6	6,3	6,0
	Fila di calcolo 4 [cd/m²] - Corsia di marcia	10,3	10,0	9,8	9,3	9,1	9,1	8,5	8,3	8,6	7,7	7,8	8,1	7,6	7,9	7,7	7,9	8,3	8,2	7,9	8,0	7,6	7,3	6,8	6,5	6,2	5,9
	Fila di calcolo 5 [cd/m²] - Corsia di marcia	12,8	11,8	12,0	11,2	11,0	11,1	10,3	10,1	10,4	9,5	9,4	9,9	9,3	9,7	9,3	9,7	10,0	10,2	9,7	9,9	9,2	8,7	8,1	7,8	7,3	7,1
	Fila di calcolo 6 [cd/m²] - Corsia di marcia	17,1	16,0	16,3	15,3	15,0	14,9	14,1	13,6	14,0	13,1	12,5	13,6	13,2	13,0	12,9	13,7	13,7	14,1	13,2	13,3	12,3	11,5	10,7	10,5	9,8	9,6
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m²]	13,4	12,6	12,7	12,0	11,7	11,7	11,0	10,7	11,0	10,1	9,9	10,5	10,0	10,2	10,0	10,4	10,7	10,8	10,3	10,4	9,7	9,2	8,6	8,3	7,8	7,5
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,77	0,79	0,77	0,78	0,78	0,78	0,77	0,78	0,78	0,76	0,78	0,77	0,76	0,77	0,77	0,75	0,78	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,80	0,78	0,79	0,78
Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,75	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,74	0,75	0,74	0,73	0,74	0,74	0,72	0,75	0,74	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,76	0,76	0,75	
Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,75																										
Valore minimo U _{ot,c} (Min ≥ 0,4)	0,72																										
Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	13,0%																										

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	134	136	138	140	143	145	147	150	152	154	156	159	161	163	166	168	170	172	175	177	179	182	184	186	188	191
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m²]	10,9	11,8	10,2	10,4	10,1	10,5	8,3	9,7	9,9	7,2	9,6	9,3	6,4	8,9	10,0	7,5	8,6	8,5	9,7	9,3	8,8	8,0	8,1	6,6	6,3	6,4
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m²]	8,8	8,9	8,3	8,1	7,9	7,9	7,2	7,5	7,3	6,4	7,1	6,9	5,9	6,8	7,2	6,4	6,7	6,9	7,3	7,2	6,9	6,5	6,1	5,4	5,0	5,1
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m²]	9,9	10,3	9,3	9,2	9,0	9,2	7,8	8,6	8,6	6,8	8,4	8,1	6,1	7,9	8,6	7,0	7,6	7,7	8,5	8,3	7,8	7,3	7,1	6,0	5,7	5,7
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,90	0,86	0,90	0,88	0,88	0,86	0,93	0,87	0,85	0,95	0,85	0,85	0,96	0,87	0,84	0,92	0,87	0,89	0,86	0,88	0,88	0,89	0,86	0,90	0,89	0,88
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,81																									
Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	60,5%																										

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	193	195	198	200	202	204	207	209	211	214	216	218	220	223	225	227	230	232	234	236	239	241	243	246	248	250
	Fila di calcolo 1 [cd/m²] - Corsia inversa	10,1	9,9	9,8	9,4	9,1	9,5	9,1	8,4	8,9	9,5	9,2	8,6	8,6	8,4	8,1	7,8	7,7	7,6	7,4	7,3	7,2	7,5	7,5	7,2	7,5	7,4
	Fila di calcolo 2 [cd/m²] - Corsia inversa	7,2	7,0	7,0	6,8	6,5	6,8	6,5	6,1	6,2	6,6	6,4	6,3	6,1	6,0	5,9	5,6	5,5	5,4	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1	5,3	5,2
	Fila di calcolo 3 [cd/m²] - Corsia inversa	5,7	5,7	5,5	5,4	5,3	5,3	5,2	4,8	4,9	5,3	5,1	4,9	4,9	4,8	4,8	4,6	4,3	4,3	4,3	4,0	4,1	4,2	4,1	4,0	4,2	4,1
	Fila di calcolo 4 [cd/m²] - Corsia di marcia	5,6	5,6	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	4,7	4,9	5,2	5,0	4,8	4,8	4,7	4,7	4,5	4,2	4,2	4,2	4,0	4,0	4,2	4,0	4,0	4,2	4,0
	Fila di calcolo 5 [cd/m²] - Corsia di marcia	6,9	6,7	6,7	6,5	6,2	6,4	6,2	5,8	5,9	6,2	6,1	6,0	5,9	5,7	5,6	5,3	5,2	5,2	5,0	4,9	4,8	4,9	4,9	4,8	5,0	5,0
	Fila di calcolo 6 [cd/m²] - Corsia di marcia	9,4	9,1	9,1	8,8	8,4	8,8	8,4	7,8	8,2	8,7	8,5	8,0	7,9	7,8	7,5	7,2	7,1	7,1	6,8	6,7	6,7	6,8	6,9	6,6	6,8	6,9
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m²]	7,3	7,1	7,1	6,8	6,6	6,8	6,6	6,1	6,3	6,7	6,6	6,3	6,2	6,1	6,0	5,7	5,5	5,5	5,3	5,2	5,2	5,3	5,3	5,1	5,3	5,3
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,77	0,78	0,77	0,77	0,79	0,76	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,77	0,77	0,77	0,79	0,79	0,77	0,77	0,79	0,76	0,77	0,78	0,76	0,77	0,78	0,76
Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,74	0,76	0,74	0,75	0,76	0,74	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,74	0,77	0,76	0,74	0,75	0,76	0,74	0,74	0,75	0,73	0,74	0,75	0,73
Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,75																										
Valore minimo U _{ot,c} (Min ≥ 0,4)	0,72																										
Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	13,0%																										

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	193	195	198	200	202	204	207	209	211	214	216	218	220	223	225	227	230	232	234	236	239	241	243	246	248	250
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m²]	6,2	6,2	5,6	5,9	6,1	5,3	5,3	5,6	5,8	4,9	4,2	6,3	6,4	4,7	5,0	5,1	4,4	4,5	4,8	4,3	4,5	4,5	3,7	4,6	5,0	3,8
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m²]	4,9	4,8	4,7	4,6	4,6	4,4	4,2	4,4	4,4	3,9	3,8	4,6	4,7	4,0	3,9	3,8	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3	3,5	3,7	3,3
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m²]	5,6	5,5	5,1	5,3	5,3	4,8	4,8	5,0	5,1	4,4	4,0	5,5	5,5	4,3	4,5	4,5	4,0	4,1	4,2	3,9	4,0	4,0	3,5	4,0	4,3	3,6
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,88	0,87	0,90	0,88	0,86	0,90	0,89	0,87	0,86	0,89	0,95	0,84	0,84	0,93	0,88	0,86	0,91	0,89	0,86	0,90	0,88	0,86	0,93	0,87	0,84	0,93
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,81																									
Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	60,5%																										

CORSIA DI MARCIA OSSERVATORE 01	Progressiva [m]	252	255	257	259	262	264	266	268	271	273	275	278	280	282	284	287	289	291	294	296	298	300	303	305	307	310	
	Fila di calcolo 1 [cd/m²] - Corsia inversa	6,9	7,3	7,5	6,9	7,0	7,7	7,0	6,8	7,6	7,1	6,8	7,3	7,3	7,0	7,2	7,3	7,1	7,2	7,0	7,2	7,3	6,8	7,1	7,1	6,2	5,4	
	Fila di calcolo 2 [cd/m²] - Corsia inversa	5,0	5,2	5,2	4,9	5,0	5,3	4,9	5,0	5,3	4,9	5,0	5,1	5,0	5,0	5,1	5,1	5,0	5,1	4,9	5,1	5,2	4,8	5,1	5,1	4,6	4,2	
	Fila di calcolo 3 [cd/m²] - Corsia inversa	3,9	4,2	4,1	3,8	4,1	4,1	3,9	4,0	4,1	3,9	4,0	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	4,0	4,0	3,9	4,0	4,1	3,8	4,0	4,1	3,6	3,3	
	Fila di calcolo 4 [cd/m²] - Corsia di marcia	3,9	4,1	4,0	3,8	4,0	4,0	3,9	3,9	4,0	3,9	3,9	4,0	3,9	4,0	3,9	3,9	4,0	3,9	3,8	4,0	4,0	3,8	3,9	4,0	3,6	3,3	
	Fila di calcolo 5 [cd/m²] - Corsia di marcia	4,7	4,9	4,9	4,7	4,7	5,0	4,7	4,7	5,0	4,7	4,7	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,6	4,9	4,9	4,6	4,9	4,8	4,4	4,0	
	Fila di calcolo 6 [cd/m²] - Corsia di marcia	6,4	6,7	6,9	6,4	6,4	7,1	6,5	6,2	7,0	6,6	6,3	6,7	6,8	6,4	6,6	6,7	6,5	6,6	6,4	6,7	6,7	6,3	6,6	6,6	5,9	5,1	
	Luminanza media trasversale corsia - L _{t,cm} [cd/m²]	5,0	5,3	5,3	5,0	5,0	5,4	5,0	4,9	5,4	5,1	5,0	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,2	5,0	5,2	5,2	4,9	5,1	5,1	4,6	4,1	
	Uniformità trasversale corsia - U _{ot,cm}	0,77	0,79	0,76	0,76	0,79	0,75	0,76	0,79	0,75	0,76	0,78	0,77	0,76	0,78	0,77	0,75	0,78	0,76	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78	0,77	0,80	
Uniformità trasversale corsia - U _{ot,c}	0,75	0,75	0,74	0,74	0,76	0,73	0,74	0,76	0,73	0,74	0,75	0,74	0,73	0,75	0,74	0,73	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,77		
Valore minimo U _{ot,cm} (Min ≥ 0,5)	0,75																											
Valore minimo U _{ot,c} (Min ≥ 0,4)	0,72																											
Valore massimo incremento di soglia TI (Max < 20%)	13,0%																											

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	252	255	257	259	262	264	266	268	271	273	275	278	280	282	284	287	289	291	294	296	298	300	303	305	307	310	
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m²]	4,5	5,1	3,6	3,8	5,5	3,8	3,3	5,4	4,4	3,2	4,9	5,0	3,3	4,3	5,1	3,8	4,1	4,6	4,3	4,2	4,2	4,3	4,6	4,1	3,7	4,9	
	Fila di calcolo 2 - h=1,0m [cd/m²]	3,5	3,6	3,2	3,3	3,7	3,3	3,1	3,7	3,5	3,0	3,5	3,6	3,1	3,4	3,6	3,2	3,3	3,5	3,4	3,3	3,3	3,3	3,5	3,3	3,2	3,5	
	Luminanza media trasversale parete - L _{t,p} [cd/m²]	4,0	4,3	3,4	3,6	4,6	3,6	3,2	4,6	3,9	3,1	4,2	4,3	3,2	3,8	4,3	3,5	3,7	4,1	3,8	3,8	3,8	3,8	4,0	3,7	3,4	4,2	
	Uniformità trasversale parete - U _{ot,p}	0,88	0,83	0,94	0,92	0,81	0,92	0,96	0,81	0,88	0,98	0,84	0,84	0,96	0,87	0,83	0,92	0,89	0,86	0,87	0,89	0,88	0,88	0,87	0,88	0,92	0,83	
	Valore minimo U _{ot,p} (Min ≥ 0,4)	0,81																										
Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	60,5%																											

