



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

COLLEGAMENTO MEDIANO "MURGIA – POLLINO" TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA - PISTICCI BY-PASS DI MATERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Dino Bonadies
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Stefano Piazzoli
Ordine Geologi Regione Umbria n. 107

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Dino Bonadies
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



Str. del Calcio, Via. F.lli. Ferraris
06128 Perugia - Italia



UNI ISO 9001:2008



UNI EN ISO 14001:2004

MANDATARIA



Ingegneria S.r.l.
Via Nizza 154, 00198 Roma

MANDANTE



SETAC S.r.l.

Servizi & Engineering: Trasporti Ambient
Via Don Guanella 15/B – 70124 Bari

MANDANTE



Studio R.B.A.

Studio Romanazzi – Boscia e Assor
Via Amendola 172/C – 70125 Bari

MANDANTE

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

VISTO: IL VICE DIRETTORE
AREA INGEGNERIA SPECIALISTICA

VISTO: IL RESPONSABILE
DI AREA

PROTOCOLLO

DATA

ELABORATI GENERALI RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA IMPIANTI ELETTRICI TRACCIATO B E C1

CODICE PROGETTO
PZ 138 – PZ139

CODICE FILE
T00-IM00-IMP-RE01-A

REVISIONE

PAG.

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

L	O							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

CODICE ELAB.

T	0	0																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B

1 di 51

Revisione	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	NOVEMBRE 2020	SORCI M.G.	LOSPENNATO	BONADIES
A	PRIMA EMISSIONE	SETT. 2020	SORCI M.G.	LOSPENNATO	BONADIES

INDICE

INDICE.....	2
1 PREMESSA.....	4
1.1 Tracciato di tipo B.....	4
1.2 Tracciato di tipo C1.....	5
2 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
3 PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI.....	8
3.1 Descrizione.....	8
3.2 Generalità.....	9
3.3 Illuminazione delle intersezioni lineari a raso e a livelli sfalsati.....	9
3.3.1 Generalità.....	10
3.3.2 Identificazione delle zone di studio.....	10
3.3.3 Strade di accesso non illuminate.....	12
3.3.4 Identificazione delle categorie illuminotecniche di ingresso.....	13
3.3.5 Identificazione delle categorie illuminotecniche di esercizio.....	14
4 IMPIANTI DI GALLERIA.....	16
4.1 Impianti di illuminazione.....	17
4.1.1 Luminanza della zona di entrata.....	22
4.1.2 Calcolo di Lseq.....	23
4.1.3 Calcolo di Latm.....	25
4.1.4 Luminanza della zona di transizione.....	26
4.1.5 Luminanza della zona interna.....	27
4.1.6 Altri requisiti illuminotecnici.....	27
4.1.7 Uniformità di luminanza.....	27
4.1.8 Luminanza delle pareti.....	27
4.1.9 Corsie di emergenza, corsie riservate, marciapiedi, banchine, ecc.....	28

4.1.10	Limitazione dell'abbagliamento	28
4.1.11	Illuminazione di emergenza.....	28
4.1.12	Risparmio energetico	28
4.1.13	Parametri normalizzati e classificazione delle pavimentazioni stradali	28
4.1.14	Fattore di manutenzione.....	29
4.1.15	Dimensionamento dell'impianto d'illuminazione	30
4.1.16	Determinazione dei valori di luminanza nella zona interna del tunnel.....	35
4.1.17	Illuminazione notturna	35
4.1.18	Illuminazione di riserva	35
4.1.19	Illuminazione di sicurezza	36
4.2	Stazioni di emergenza	38
4.3	Impianto idrico antincendio.....	38
4.4	Semafori e PMV	39
4.5	Alimentazione e circuiti elettrici	40
4.6	Sistema di controllo e supervisione impianti.....	42
5	PROGETTO ILLUMINOTECNICO ROTATORIE TRACCIATO C1	43
5.1	Identificazione della categoria illuminotecnica di progetto.....	45
5.2	Identificazione delle categorie illuminotecniche di esercizio.....	47
3.6	Scelte progettuali	48
6	REGOLAZIONE.....	50
6.1	Svincoli e rotatorie	50
6.2	Gallerie	50

1 PREMESSA

La presente relazione illustra le caratteristiche degli impianti da realizzarsi negli interventi necessari per il collegamento mediano “Murgia – Pollino” tratto Gioia del Colle – Matera – Ferrandina - Pisticci Denominato anche by-pass di Matera.

Gli interventi possono essere riassunti secondo le due tipologie di tracciato in progetto:

1. Tracciato B
2. Tracciato C1

1.1 Tracciato di tipo B

Il tracciato selezionato di categoria B identifica il by-pass della città di Matera in quanto si snoda in direzione nord-sud nel versante ovest rispetto l’abitato.

La scelta progettuale del tracciato prevede la realizzazione di una strada extraurbana principale di categoria B costituita da 4 corsie, due per ogni senso di marcia, e da uno spartitraffico centrale di larghezza pari a 2.50 m.

Il range della velocità di progetto per questa tipologia di strada va da 70 a 120 km/h e in base a questo sono stati scelti i parametri geometrici degli elementi dell’asse stradale in modo da rispettare i limiti dinamici imposti dalle norme e le condizioni ottiche necessarie ai fini della sicurezza e del comfort di guida così da permettere una velocità di percorrenza pari a 120 km/h.

Lungo il tracciato sono stati previsti 6 svincoli:

- svincolo “Serra Paducci” (adeguamento svincolo esistente)
- svincolo “Matera Ovest”
- svincolo “Matera Sud”
- svincolo “Appia”
- svincolo “Bradano” (adeguamento svincolo esistente)
- svincolo “Metaponto” (adeguamento svincolo esistente).

Lungo il tracciato sono presenti due gallerie artificiali: la prima è la galleria “Serra-Rifusa” ed è caratterizzata da una sezione policentrica a doppia canna unidirezionale, la seconda è la galleria “Chiatamura” caratterizzata da una sezione rettangolare a doppia canna.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le posizioni e le lunghezze delle canne:

Gallerie artificiali - carreggiata Sud

OPERA	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Lunghezza (m)
<i>Galleria artificiale “Serra-Rifusa”</i>	0+140.00	0+620.00	480.00

Galleria artificiale "Chiatamura"	3+295.00	3+695.00	400.00
-----------------------------------	----------	----------	--------

Gallerie artificiali - carreggiata Nord

OPERA	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Lunghezza (m)
Galleria artificiale "Serra-Rifusa"	12+857.30	13+414.00	557.00
Galleria artificiale "Chiatamura"	9+870.00	10+270.00	400.00

In questo documento sono indicati i requisiti e le prestazioni che devono essere riscontrate negli impianti di illuminazione degli svincoli e negli impianti da prevedersi per le gallerie.

Nella progettazione degli impianti sono state adottate le soluzioni e individuate le tecnologie che soddisfano maggiormente i seguenti obiettivi:

- la sicurezza degli utenti stradali e degli operatori;
- facilità realizzativa;
- bassi costi per gli interventi di manutenzione;
- bassi costi di esercizio;
- risparmio energetico;
- controllo in remoto del sistema.

In sede progettuale è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, non essendo possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio.

Pertanto, in relazione alle apparecchiature che si debbono ritenere specialistiche, i requisiti elencati negli elaborati progettuali possono essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questo contesto o nelle tavole progettuali.

I riferimenti dei materiali di tipo commerciale, se presenti, sono da intendersi, in tutti gli elaborati progettuali, solo ed esclusivamente come dichiarazione esemplificativa di caratteristiche tecniche.

1.2 Tracciato di tipo C1

Negli interventi necessari per il collegamento mediano "Murgia – Pollino" è presente anche l'adeguamento di un tratto stradale di tipo C1. Trattandosi di una strada extraurbana secondaria gli unici impianti da prevedersi sono gli impianti di illuminazione delle 12 rotatorie presenti nell'adeguamento.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione degli impianti previsti.

Le principali norme applicabili sono:

- UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
- UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo
- UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
- UNI 11248:2016 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3:2016 Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- UNI 11095:2019 Luce e illuminazione- Illuminazione delle gallerie stradali
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore
- CEI 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%)
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o

terziario

- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
- CEI EN 61439-1 parte generale per i quadri di BT
- CEI EN 61439-2: "Quadri di potenza"
- CEI EN 61439-3: "Quadri di distribuzione"
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli
- Norme di prestazione per apparecchi di illuminazione e moduli LED (IEC/EN 62717 E SERIE IEC/EN 62722)
- CEI UNEL 35016 – “Classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici” in relazione al Regolamento UE 305/2011

Le principali disposizioni legislative applicabili sono:

- DM 21 Marzo 1988, n°449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche esterne"
- DM 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”
- DPR 495/92 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada"
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 “Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”
- D.lgs 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i. - Nuovo codice della strada
- D.lgs. n°81/2008 e s.m.i. “Testo Unico sulla Sicurezza”
- D.Lgs. 16 Giugno 2017, n°106 – “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”
- Legge Regione Basilicata n. 41 del 10-04-2000 – “inquinamento luminoso e conservazione della trasparenza e stabilità atmosferica dei siti di ubicazione di stazioni astronomiche”.

Le direttive applicabili sono:

- 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione.
- 2004/108/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica;

Linee guida:

- Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente – ANAS-2009.

3 PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI

3.1 Descrizione

La necessità dell'impianto di illuminazione stradale in corrispondenza degli svincoli è indicata dal D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale, al punto 6 dell'allegato, prescrive che: l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

- Nodi di Tipo 1: intersezioni a livelli sfalsati con eventuali manovre di scambio (svincolo)
 - Nodi di Tipo 2: Intersezioni a livelli sfalsati con manovre di scambio o incroci a raso
- mentre per i Nodi di Tipo 3 (intersezioni a raso) l'illuminazione deve essere realizzata nei casi in cui si accerti la ricorrenza di particolari condizioni ambientali locali, invalidanti ai fini della corretta percezione degli ostacoli, come la presenza di nebbia o foschia (non presenti negli svincoli in progetto).

La tipologia dei nodi è definita nella figura dell'allegato qui di seguito riportata:

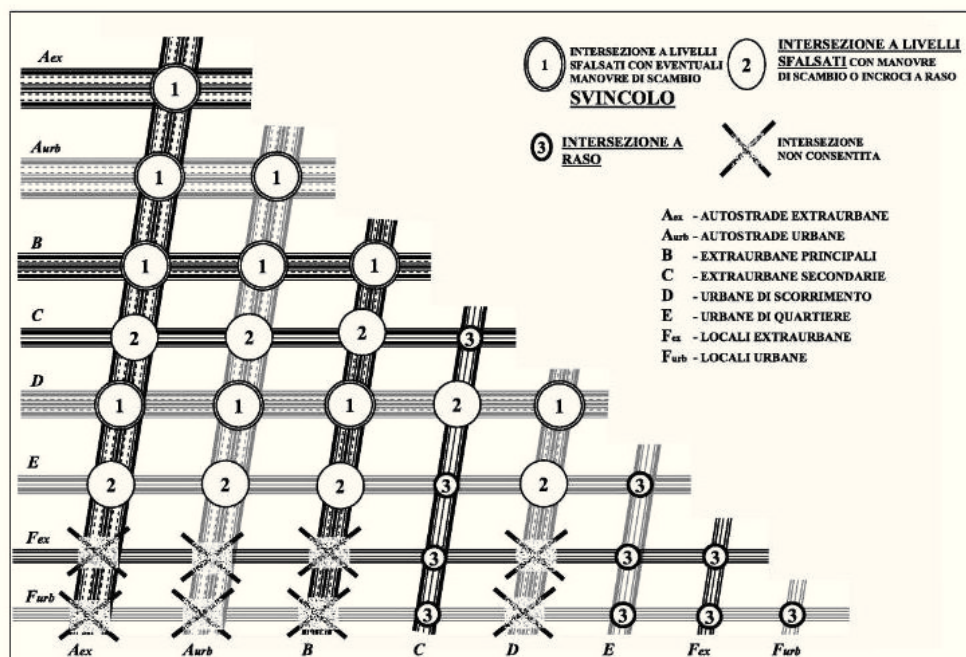


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizioni delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2016 "illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche", preposta alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli impianti di illuminazione stradale, insieme al resto del quadro normativo (UNI EN 13201-2-3-4).

La norma, che si basa sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115:2010 e sui principi di

valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione di una data zona della strada in relazione alla categoria illuminotecnica individuata dalla norma stessa.

Lo scopo è quello di contribuire, per quanto di competenza dell'impianto di illuminazione, alla sicurezza degli utenti della strada, alla sicurezza pubblica e al buon smaltimento del traffico.

Con questi riferimenti, vengono forniti gli elementi per selezionare le zone di studio, individuare le categorie illuminotecniche e le caratteristiche per definire le procedure di calcolo e di verifica, nonché, in particolare, per fornire i criteri decisionali sull'opportunità di illuminare una strada.

L'applicazione della norma prevede una procedura di analisi dei rischi, con la quale individuare la configurazione di impianto che garantisca la massima efficacia di contributo alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne e soprattutto permetta il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

Sono previste forniture in bassa tensione per ogni svincolo.

3.2 Generalità

Questo capitolo dettaglia le scelte progettuali seguite nella redazione del progetto illuminotecnico degli impianti di illuminazione degli svincoli.

Per ogni area di intervento si evidenziano i requisiti illuminotecnici con l'identificazione delle categorie illuminotecniche di progetto conseguenti all'analisi dei rischi.

Ai fini illuminotecnici le intersezioni stradali possono essere divise in:

- Intersezioni lineari a raso;
- Intersezioni a livelli sfalsati;
- Intersezioni a rotatoria.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- Zone di intersezione o attraversamento;
- Zone di diversione o uscita;
- Zone di immissione.

Gli svincoli oggetto del presente intervento, presentano sia intersezioni a livelli sfalsati che a raso.

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono allegati alla relazione.

3.3 Illuminazione delle intersezioni lineari a raso e a livelli sfalsati

3.3.1 Generalità

Le aree di svincolo oggetto di studio rientrano in questa tipologia di intersezione.

In generale, gli elementi che compongono l'intersezione lineare a raso o a livelli sfalsati, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminati applicando le categorie illuminotecniche della serie C, indicate nella norma UNI EN 13201-2 del 2016.

3.3.2 Identificazione delle zone di studio

Le zone di studio vengono individuate come esplicitato nell'appendice A della norma UNI 11248 del 2016.

In dettaglio, si considerano zone oggetto di intervento, le seguenti:

- le zone di immissione agli svincoli;
- le zone di uscita agli svincoli.

Il prospetto 1 della norma UNI 11248:2016 di seguito riportato, esplicita la classificazione delle strade secondo la normativa vigente ed associa, a ciascuna di queste, una categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi. Nel caso in esame, l'asse stradale viene adeguato ad una strada di tipo "B", per cui la categoria illuminotecnica di ingresso associata è M2, come di seguito evidenziato.

COLLEGAMENTO MEDIANO MURGIA - POLLINO
TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA – PISTICCI
BY-PASS DI MATERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Relazione Tecnica Descrittiva Impianti Elettrici

File: T00-IM00-IMP-RE01-B

Data: Novembre 2020

Pag. 11 di 51

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

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A1	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].

2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).

3) Vedere punto 6.3.

4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

3.3.3 Strade di accesso non illuminate

Con riferimento al prospetto 6 della norma UNI 11248, riportato di seguito, nel caso di zone di studio facenti parte di una strada non illuminata, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere pari alla maggiore tra categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se venissero illuminate.

prospetto 6 **Comparazione di categorie illuminotecniche**

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

In questo caso, essendo le strade di accesso di categoria M2 e il valore Q_0 (Coefficiente medio di luminanza) pari a $0,07 \text{ sr}^{-1}$ (classe C2 per le pavimentazioni di asfalto), come indicato nel prospetto B.1 della UNI 11248:2016 di seguito riportato, la categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi deve essere pari a C2.

prospetto B.1 **Classificazione delle pavimentazioni stradali asciutte**

Classe	Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza	Coefficiente medio di luminanza	Fattore di specularità	Gamma del fattore di specularità
C1	Vedere prospetto C.2	0,10	0,24	$S_1 \leq 0,4$
C2	Vedere prospetto C.3	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

3.3.4 Identificazione delle categorie illuminotecniche di ingresso

Le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio vengono calcolate attraverso un'analisi dei rischi, così come descritto nel cap. 8 della norma UNI 11248:2016. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza, di seguito esplicitati, al fine di individuare le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando, allo stesso tempo, i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

I parametri di influenza si distinguono tra quelli costanti nel lungo periodo (prospetto 2), in base ai quali si determina la categoria di progetto, e quelli variabili nel tempo (prospetto 3), che determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto.

prospetto 2 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[5] .	

In aggiunta a questi, l'utilizzo di apparecchi che emettono luce con indice generale di resa dei colori $R_a \geq 60$ e rapporto scotopico-fotopico $S/P \geq 1,10$, consente, nell'analisi dei rischi, un valore massimo di riduzione pari a 1.

prospetto 3 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Nel presente progetto, l'utilizzo di apparecchi a LED ad alta efficienza consente la riduzione

di 1 categoria illuminotecnica, mentre il contributo degli altri parametri di influenza costanti si è valutato come segue:

Parametro di influenza	Valore di riduzione assegnato
Complessità del campo visivo normale	0,4
Assenza o bassa densità di zone di conflitto	0,4
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	0
Segnaletica stradale attiva	0
Assenza di pericolo di aggressione	0

Da questa valutazione, sommando i vari contributi, si ottiene un valore di riduzione complessivo pari a 1,8 e quindi, la riduzione di 1 categoria illuminotecnica da quelle di ingresso (C2 per le corsie) a quelle di progetto (C3).

3.3.5 Identificazione delle categorie illuminotecniche di esercizio

Coerentemente con quanto detto nel paragrafo precedente, si è effettuata una valutazione dei parametri di influenza variabili nel tempo, giungendo alla seguente conclusione:

Parametro di influenza	Valore di riduzione assegnato
Flusso orario di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio	0
Flusso orario di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio	0
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	0

Per quanto sopra esposto, la categoria illuminotecnica di progetto (C3) è uguale a quella di esercizio.

Questo perché non avendo dati sul traffico aggiornati non è possibile effettuare una riduzione.

Se in fase di esercizio si dovesse rendere necessaria una riduzione, la stessa sarà ottenuta mediante la riduzione del flusso luminoso degli apparecchi, in quanto il progetto prevedrà un sistema di gestione e regolazione dell'impianto di illuminazione a onde convogliate..

Per una categoria illuminotecnica di progetto pari a C3, i valori da rispettare sono i seguenti:

- E (Illuminamento medio) = 15 lx;
- U_0 (Uniformità generale) = 0.40;

così come indicato nel prospetto 2 della UNI EN 13201-2:2016 di seguito riportato

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E minimo mantenuto: Lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

4 IMPIANTI DI GALLERIA

Le gallerie di progetto hanno le seguenti lunghezze.

Gallerie artificiali - carreggiata Sud

OPERA	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Lunghezza (m)
Galleria artificiale "Serra-Rifusa"	0+140.00	0+620.00	480.00
Galleria artificiale "Chiatamura"	3+295.00	3+695.00	400.00

Gallerie artificiali - carreggiata Nord

OPERA	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Lunghezza (m)
Galleria artificiale "Serra-Rifusa"	12+857.30	13+414.00	557.00
Galleria artificiale "Chiatamura"	9+870.00	10+270.00	400.00

Per la galleria Chiatamura, in cui è presente un graticcio strutturale in direzione svincolo Matera Ovest, conformemente a quanto indicato nella UNI 11095:2019 si osserva quanto segue:

3.14.3 sezione di entrata: Sezione trasversale della galleria situata all'inizio della galleria.

Nelle gallerie con graticci per inizio galleria si intende il punto più alto all'inizio della galleria vera e propria.

3.14.4 sezione di uscita: Sezione trasversale della galleria situata alla fine della galleria.

Nelle gallerie con graticci per fine galleria si intende il punto più alto all'inizio della galleria vera e propria.

La canna della carreggiata nord della Galleria Serra Rifusa è l'unica ad avere una lunghezza superiore a 500 metri, le altre sono tutte di lunghezza inferiore. Ma vista la geometria delle gallerie si è fatta la scelta progettuale di prevedere per tutte le gallerie gli apprestamenti impiantistici minimi necessari per gallerie di lunghezza compresa fra 500 e 1000 metri.

Per queste lunghezze e per gallerie a doppia canna e traffico unidirezionale gli impianti da prevedersi sono i seguenti:

1. Illuminazione

- l'illuminazione ordinaria costituita dall'illuminazione permanente e dall'illuminazione di rinforzo;

- l'illuminazione notturna almeno pari ad 1 cd/m² che sarà garantita mediante lo stesso impianto di illuminazione permanente;
- l'illuminazione di emergenza costituita dall'illuminazione della galleria in condizioni di interruzione di erogazione dell'energia elettrica e in grado di garantire un livello minimo di luminanza di 1 cd/m² sull'intera galleria per un tempo minimo di 30 minuti. L'emergenza deve essere segnalata agli utenti della galleria tramite l'indicazione "Galleria non illuminata".
- l'illuminazione di sicurezza costituita dall'illuminazione delle vie di fuga.

2. Stazioni di emergenza

previste ai portali e ad interdistanza di 150 m,

3. Impianto idrico antincendio

impianto idrico antincendio costituito da una rete fissa di idranti chiusa ad anello in prossimità degli imbocchi, mantenuta permanentemente in pressione e collocata in posizione protetta dietro i profili redirettivi lato corsia di marcia.

4. Impianto semaforico

Agli imbocchi di tutte le gallerie saranno installati semafori che consentano la chiusura della galleria in situazioni di emergenza;

5. Impianto PMV

A distanza di 150 metri prima degli imbocchi, dovranno essere previsti pannelli a messaggio variabile costituiti da una indicazione alfanumerica e da un pittogramma di tipo full color.

4.1 Impianti di illuminazione

L'illuminazione delle gallerie è regolata dalla norma UNI 11095 (2019) - Illuminazione delle gallerie stradali.

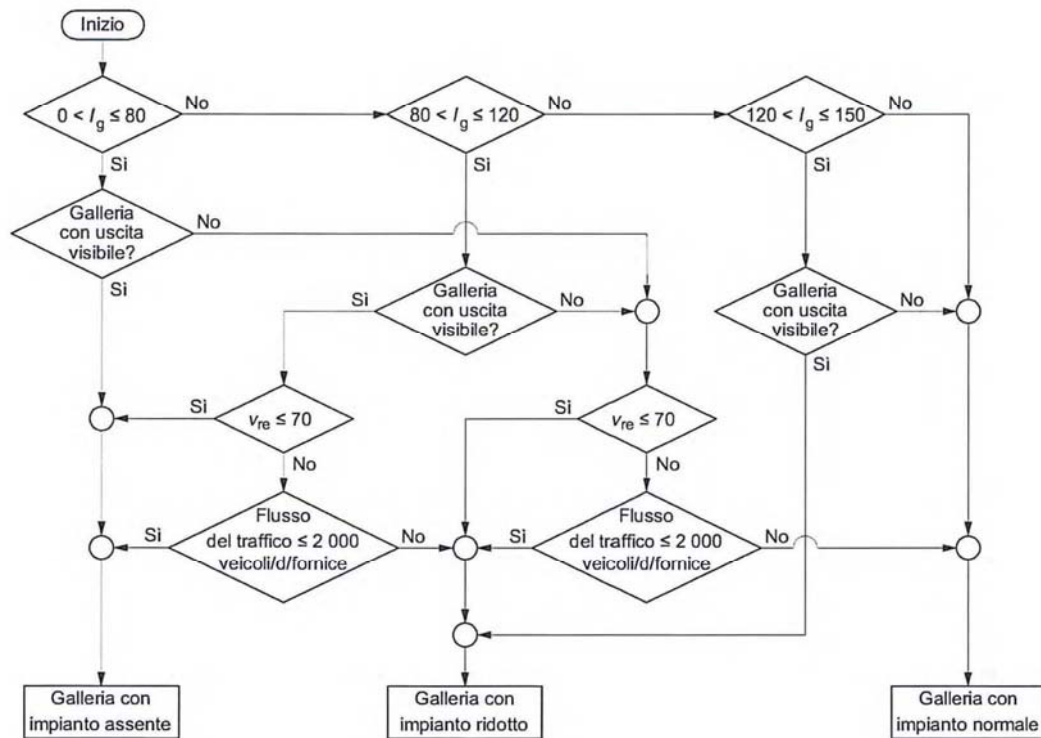
Ai fini illuminotecnici per definire il tipo di galleria si applica il seguente diagramma decisionale:

prospetto 1 Classificazione delle strade e individuazione del diagramma decisionale per il progetto dell'impianto di illuminazione

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Diagramma decisionale di figura 2
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	I (unidirezionale) (bidirezionale) ¹⁾
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	I (unidirezionale) (bidirezionale) ¹⁾
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	II (unidirezionale) (bidirezionale) ¹⁾
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	III
	Strade extraurbane secondarie	50	III
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	II
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	III
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	III
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	II
	Strade locali extraurbane	50	III
		30	III
	Strade locali urbane	50	III
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	III
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	III
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	Non pertinente
	Strade locali interzonali	50	III
30		III	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ²⁾	Non dichiarato	Non pertinente
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792.[6]
 2) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N°151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".
 *) Si adottano sempre le condizioni di riferimento di illuminazione.

figura 3 Diagramma decisionale per galleria rettilinea e con strada di accesso rettilinea con pendenza longitudinale costante (II)



Il diagramma decisionale interessa gallerie di lunghezza inferiore a 150 metri.

Le gallerie di progetto sono tutte superiori ed è quindi necessario un impianto di illuminazione conforme alla Norma UNI 11095.

La Norma UNI 11095 divide la sezione longitudinale della galleria e dello spazio di entrata che la precede in cinque zone caratterizzate da differenti requisiti di luminanza che devono essere forniti dall'impianto di illuminazione.

zona di accesso: Tratto di strada all'aperto, immediatamente precedente la sezione di entrata della galleria, di lunghezza l_a pari alla distanza di progetto illuminotecnico.

zona di entrata: Tratto interno alla galleria, a partire dalla sezione di entrata, lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione da parte del conducente dell'oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico, considerando le condizioni di abbagliamento dovute all'illuminazione diurna esterna alla galleria.

zona di transizione: Tratto interno della galleria successivo alla zona di entrata, lungo il quale l'illuminazione deve garantire un valore medio di luminanza tale da consentire all'occhio del conducente di un veicolo di adattarsi ai livelli di luminanza della zona interna.

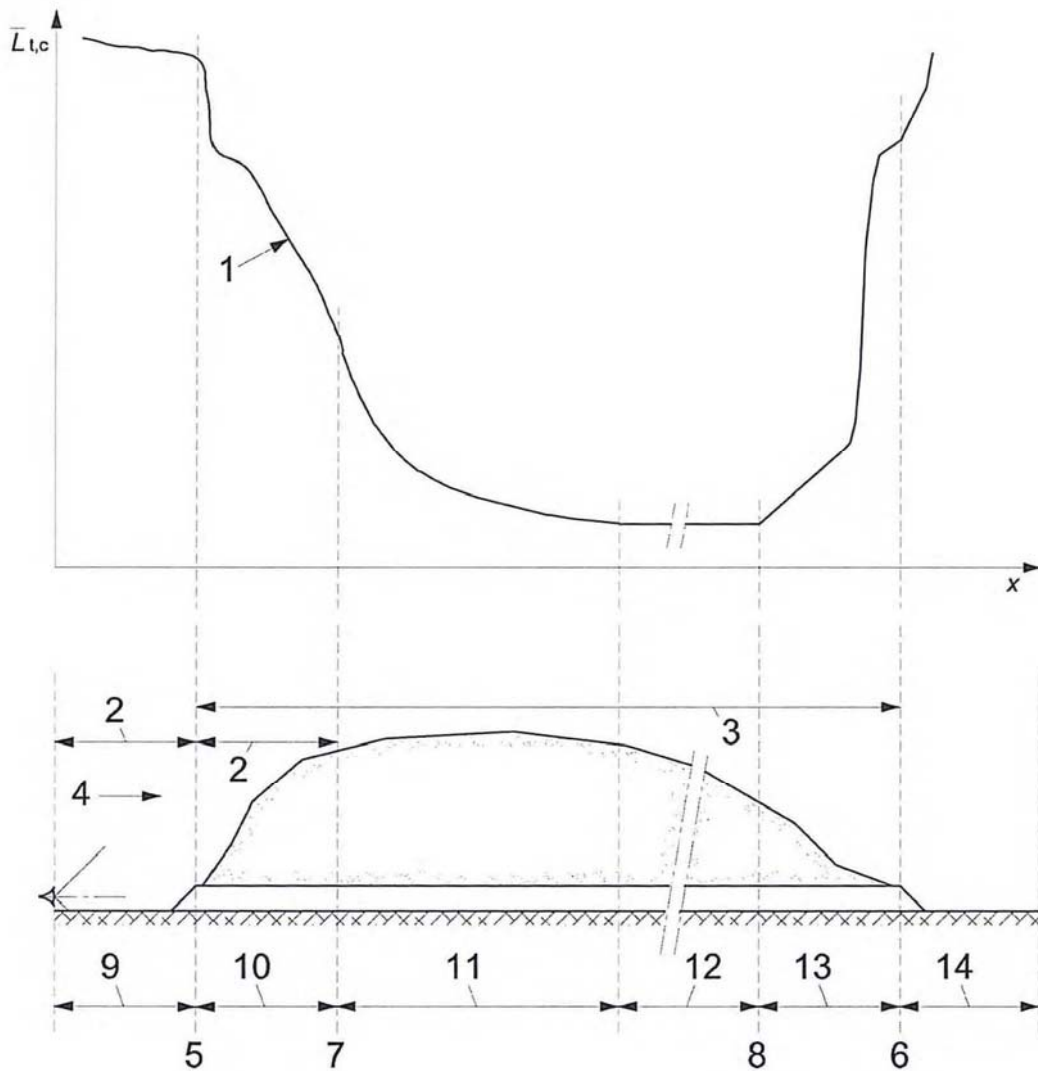
zona interna: Tratto interno della galleria, successivo alla zona di transizione, lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione dell'oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico ed il percorso della galleria in sicurezza.

zona di uscita: Tratto interno della galleria dove la visione del conducente di un veicolo in uscita dalla galleria durante le ore diurne è influenzata dalla luce esterna.

figura 1 Zone della galleria per la prescrizione dei requisiti illuminotecnici durante le ore diurne e simboli utilizzati per le luminanze della carreggiata (disegno non in scala)

Legenda

- | | | | |
|---|---|--------------------|---|
| 1 | Diagramma delle luminanze | 9 | Zona di accesso |
| 2 | Distanza di riferimento | 10 | Zona di entrata |
| 3 | Lunghezza galleria | 11 | Zona di transizione |
| 4 | Senso di marcia | 12 | Zona interna |
| 5 | Sezione di entrata | 13 | Zona di uscita |
| 6 | Sezione di uscita | 14 | Zona immediatamente esterna |
| 7 | Sezione di inizio della zona di transizione | $\bar{L}_{t,c}(x)$ | Luminanza media trasversale della carreggiata (cd m^{-2}) |
| 8 | Sezione di inizio della zona di uscita | x | Distanza misurata dalla sezione di entrata con verso coincidente con la direzione di marcia (m) |



Per realizzare le condizioni richieste, il sistema di illuminazione è in generale costituito da tre impianti:

- Impianto di rinforzo;
- Impianto di illuminazione permanente;
- Impianto di rinforzo per zona di uscita.

4.1.1 Luminanza della zona di entrata

Essendo previsto, nella zona di entrata, un impianto di illuminazione di rinforzo di tipo controflusso la norma UNI11095:2019 al punto 7.3 considera assicurata la visibilità dell'ostacolo di riferimento se la luminanza media trasversale L_{mt} è maggiore o uguale alla luminanza di entrata L_e come definita nel punto 5.1, cioè dalla formula:

$$L_e = c L_v$$

dove L_v è la luminanza debilitante misurata alla distanza di riferimento dalla posizione dell'ostacolo di riferimento e c è pari a 0.23, fattore dipendente dal tipo di impianto come definito al prospetto 2.

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

In conformità alle indicazioni della norma UNI 11095:2019 che, al punto 7.3, prescrive che per l'intera lunghezza della zona di entrata, pari alla distanza di riferimento, la luminanza stradale deve garantire la percezione di un ostacolo da parte del conducente in avvicinamento, si è ricavata la luminanza debilitante L_v a diverse distanze dall'imbocco del fornice. Si è poi proceduto al calcolo della luminanza stradale nelle sezioni della zona di entrata alla distanza di riferimento dai punti di calcolo della luminanza debilitante applicando la formula sopra citata. Il valore di L_v deve essere tale che per l'intero corso dell'anno possa comunque soddisfare le condizioni della formula sopra riportata. Si ritiene che L_{v75} , sia da considerarsi soddisfacente ai fini della sicurezza per gli utenti che entrano in galleria, anche con i massimi livelli di luminosità esterna che possono manifestarsi nel corso dell'anno. Con L_{v75} si intende il valore massimo della luminanza di velo che si presenta nel corso di un anno, con l'esclusione di quelle punte più elevate che complessivamente coprono una

durata massima di 75 h all'anno. Il valore della luminanza di velo è calcolabile attraverso la somma di quattro termini secondo la:

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

dove:

L_{seq} è la luminanza di velo equivalente;

L_{atm} è la luminanza atmosferica;

L_{par} è la luminanza del parabrezza;

L_{cru} è la luminanza del cruscotto.

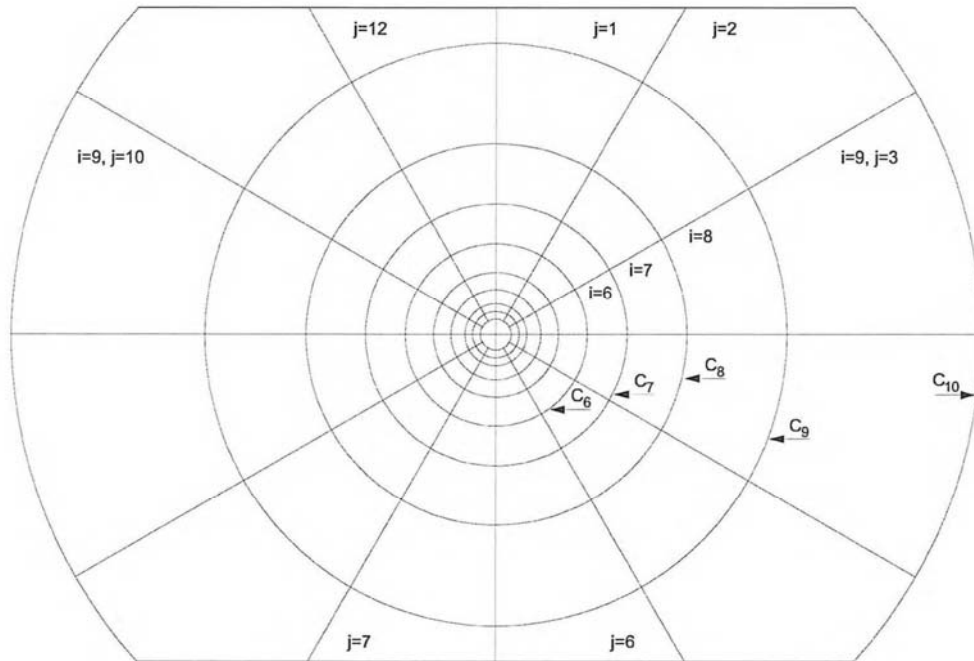
I valori di L_{seq} e di L_{atm} possono essere determinati con misurazioni dirette effettuate dalla distanza divisibilità per l'arresto, prima della sezione di entrata. Nel caso in cui le misurazioni non siano eseguibili, come per esempio per le gallerie in fase di prima progettazione, si ricorre alla formulazione analitica riportata al paragrafo che segue. I valori di L_{par} ed L_{cru} sono valori imposti dalla norma e valgono rispettivamente:

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

4.1.2 *Calcolo di L_{seq}*

Per agevolare il calcolo di L_{seq} si ricorre normalmente al diagramma polare della figura che segue, costituito da 9 anelli concentrici suddivisi in 12 settori, angularmente uguali e pari a 30°, ma di altezza tale che l'area di ciascun settore, produca la stessa luminanza di velo equivalente qualora soggetto ad una luminanza costante.

figura H.1 Diagramma polare per la misura di L_{seq} (Diagramma di Adrian) - Sono evidenziati, per alcuni settori circolari a due basi i pedici adottati nella formula H.3 e nel prospetto H.1



Al diagramma viene sovrapposta la fotografia dell'entrata in modo che il punto della fotografia posto sull'asse di mezzeria della galleria ad una quota di 1,5 m dal piano stradale coincida con il centro del diagramma. La scala del diagramma viene adattata alla distanza di visibilità per l'arresto ed alle dimensioni della fotografia. Le luminanze medie (misurate o stimate) delle superfici emittenti che interessano ciascuno dei 108 settori, di cui è costituito il diagramma, hanno lo stesso peso sulla L_{seq} che può quindi essere calcolata con la formula:

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

dove:

$\bar{L}_{i,j}(x)$ è il valore medio della luminanza delle superfici emittenti presenti nelle direzioni angolari dell' i -esima corona circolare e del j -esimo settore circolare del diagramma polare, misurato alla coordinata x dalla sezione di entrata della galleria, in candele al metro quadrato.

I valori convenzionali delle luminanze da considerare nella stima di L_{seq} sono riportati nel prospetto che segue (estratto dalla norma) – dove (V) indica un paesaggio montagnoso con

superfici prevalentemente ripide, rivolte verso il conducente e (H) un paesaggio pianeggiante, più o meno orizzontale.

prospetto I.1 Valori convenzionali di luminanza da considerare nella stima di $L_{seq,75}$

Direzione di marcia	Luminanza [kcd/m ²]					
	Cielo	Strada	Rocce	Edifici	Neve	Prati
Verso Nord	8	3	3	8	15	2
Est-Ovest	12	4	2	6	10 (V) 15 (H)	2
Verso Sud	16	5	1	4	5 (V) 15 (H)	2
(V)	Paesaggio montagnoso con superfici prevalentemente ripide, rivolte verso il conducente.					
(H)	Paesaggio pianeggiante, più o meno orizzontale.					

4.1.3 Calcolo di L_{atm}

La luminanza L_{atm} dello strato di atmosfera compreso tra l'occhio dell'osservatore alla distanza di arresto e la sezione d'ingresso in galleria è dovuta alla diffusione atmosferica del flusso luminoso proveniente dal sole e dalle superfici emittenti che costituiscono i dintorni dell'imbocco. Il suo valore è determinato dalla formula che segue (di Padmos ed Alferdinck):

$$L_{atm,75} = 1,3 \frac{d_{p,max} E_{h,75}}{\pi V_{m,75}}$$

Dove:

E_h è l'illuminamento orizzontale in lux;

d_p è la distanza di progetto illuminotecnico in m;

V_m è la distanza di visibilità meteorologica [m], ossia la distanza a cui a causa della luminanza dell'atmosfera un oggetto nero osservato sullo sfondo del cielo all'orizzonte presenta un contrasto pari a 0.05.

I dati relativi ad E_h e V_m possono essere sia misurati in loco, sia reperiti nelle pubblicazioni specialistiche, sia ancora stimati in base ai dati convenzionali riportati nei prospetti che seguono (estratto dalla norma).

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

4.1.4 Luminanza della zona di transizione

La luminanza media della pavimentazione stradale nella zona di transizione deve decrescere in modo da risultare in ogni sezione non minore del valore L_t ottenibile dalla formula:

$$L_t = \frac{L_e}{\left(1.9 + \frac{x}{v}\right)^{1.4}}$$

dove:

L_e è la luminanza di entrata per $L_v = L_{v75}$

x è la distanza lungo la galleria misurata dall'inizio della zona di transizione, in metri;

v è il limite di velocità della strada per il tratto interessato, in metri al secondo.

La lunghezza del tratto di transizione x_t è determinata dalla condizione che esso termini quando la luminanza ha raggiunto il valore della luminanza interna L_i , vale a dire:

$$x_t = v \cdot \left[\left(\frac{L_e}{L_i} \right)^{\frac{5}{7}} - 1.9 \right]$$

dove L_i è il valore della luminanza interna.

4.1.5 Luminanza della zona interna

La luminanza media mantenuta della zona interna L_i per gallerie a doppio senso di marcia:

$$L_i \geq 2 \times L$$

dove L è il valore minimo della luminanza indicato nella UNI EN 13201-2 per la categoria illuminotecnica di esercizio della strada di accesso alla galleria, indipendentemente dal fatto che la strada di accesso sia o non sia illuminata. La strada di accesso alla galleria non è illuminata.

4.1.6 Altri requisiti illuminotecnici

L'impianto di illuminazione delle gallerie deve garantire, oltre a quanto sopra descritto, anche il rispetto dei seguenti requisiti illuminotecnici.

4.1.7 Uniformità di luminanza

prospetto 4 Limiti minimi per le uniformità di luminanza per le gallerie a doppio senso di marcia

Zona	Condizione	Uniformità						Uniformità trasversale	
		Generale			Longitudinale			Generale	
		$U_{o,cm,r}$	$U_{o,ci,r}$	$U_{o,p,r}$ o $U_{o,s,r}$	$U_{l,c,r}$	$U_{l,p,r}$ o $U_{l,s,r}$	$U_{ol,cm,r}$	$U_{ol,ci,r}$	$U_{ol,p,r}$ o $U_{ol,s,r}$
Entrata	Diurna Notturna	0,50	0,40	0,40	0,70	0,60	0,50	0,40	0,40
Transizione	Diurna Notturna	0,50	0,40	0,40	0,70	0,60	0,50	0,40	0,40
Interna		0,50	0,40	0,40	0,70	0,60			
Uscita	Variabile fissa	0,50	0,40	0,40	0,70	0,60	0,50	0,40	0,40

4.1.8 Luminanza delle pareti

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

4.1.9 Corsie di emergenza, corsie riservate, marciapiedi, banchine, ecc.

Le superfici della strada non facenti parte della carreggiata che fiancheggiano le corsie di marcia e che comunque possono fare da sfondo alla visibilità dell'ostacolo di riferimento, qualora siano formate da bande di larghezza o di altezza maggiore di 1 m, devono essere illuminate a valori di luminanza non minori del 60% del valore di carreggiata, con uniformità generali e longitudinali minime come sopra. Se la larghezza complessiva di queste superfici, computata separatamente per i due lati della strada, supera i 5 m, la parete pertinente non è più soggetta alle prescrizioni di livello e di uniformità della presente norma.

4.1.10 Limitazione dell'abbagliamento

L'incremento di soglia f_{TI} non deve superare:

- 10% nelle zone a luminanza costante;
- 20% nelle zone a luminanza variabile con impianti simmetrici o a controflusso;
- 8% nelle zone a luminanza variabile con impianti proflusso.

4.1.11 Illuminazione di emergenza

In caso di guasto alla rete di alimentazione l'impianto deve garantire un livello minimo di luminanza di 1cd/m² sull'intera galleria e per un tempo minimo di 30 min.

4.1.12 Risparmio energetico

L'impianto d'illuminazione pur soddisfacendo i requisiti di illuminazione normativi imposti non comporta sprechi di energia. Senza compromettere gli aspetti visivi l'impianto è stato progettato per avere il massimo risparmio energetico.

L'impianto è dotato di apparecchiature e dispositivi di controllo appropriati per la riduzione del flusso luminoso durante le ore diurne o ove sia necessaria una riduzione delle prestazioni illuminotecniche.

4.1.13 Parametri normalizzati e classificazione delle pavimentazioni stradali

Si introducono due classi normalizzate di pavimentazione stradale asciutta (classi C1 e C2). Qualora non sia possibile caratterizzare una pavimentazione mediante una serie completa

di misurazioni della ripartizione del coefficiente di luminanza, un'Indicazione su detta ripartizione può essere ottenuta: misurando il fattore di specularità S, e scegliendo la classe normalizzata in base alla gamma di valori permessi; moltiplicando i valori del coefficiente ridotto di luminanza della classe selezionata per il rapporto tra il coefficiente medio di luminanza Q0 misurato e quello normalizzato. Le pavimentazioni stradali, impiegate in Italia, quando asciutte, rientrano normalmente nelle classi C1 o C2. In mancanza della misura del fattore di specularità S1 si può ritenere la classe C1 rappresentativa delle pavimentazioni di calcestruzzo e la classe C2 di quelle di asfalto. Il valore del coefficiente medio di riflessione Q0 è fissato pari a 0.056 è stato utilizzato ai fini del calcolo per tutte le superfici stradali classificate come pavimentazioni di classe C2.

4.1.14 Fattore di manutenzione

Il progetto d'illuminazione deve prevedere un fattore di manutenzione determinato in base all'apparecchio d'illuminazione scelto, all'ambiente circostante ed al programma di manutenzione specifico, come definito nella CIE154:2003.

Il livello d'illuminamento raccomandato per ciascun compito è dato come illuminamento mantenuto. Il fattore di manutenzione dipende dalle caratteristiche di manutenzione della lampada, dell'alimentatore, dell'apparecchio di illuminazione, dell'ambiente circostante e del programma di manutenzione. Ai fini del calcolo si è ipotizzato un fattore di manutenzione pari a 0.8.

4.1.15 Dimensionamento dell'impianto d'illuminazione

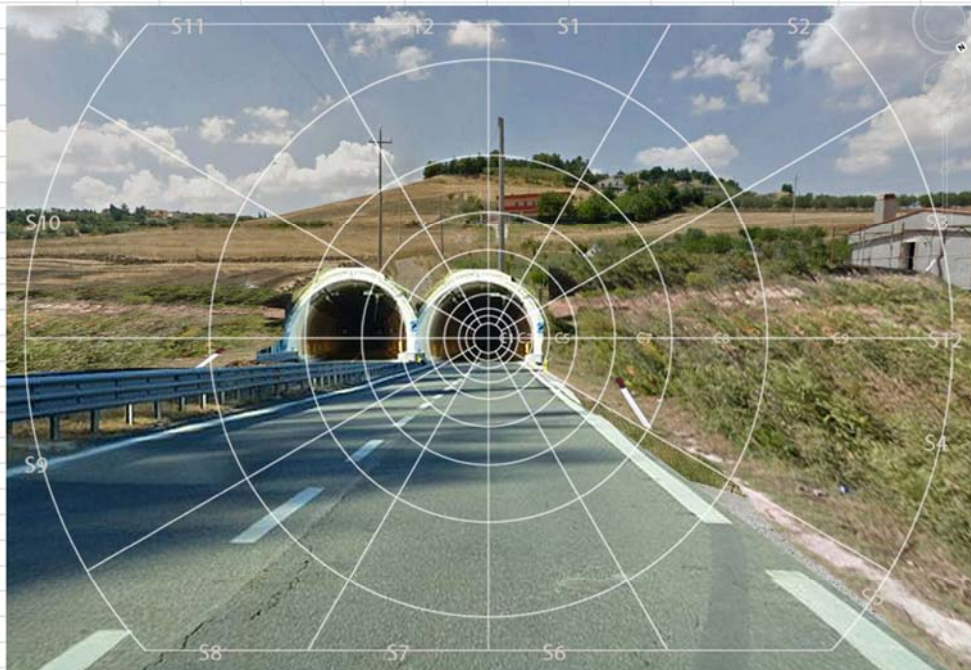
Dalla sovrapposizione del Diagramma di Adrian con le sezioni dei fornicci di ingresso delle gallerie nelle successive fasi di progettazione saranno ricavati i valori di luminanza per la determinazione della luminanza di velo equivalente che sarà alla base per la determinazione della curva dei valori di luminanza da rispettare.

prospetto L.1 Valori convenzionali di luminanza da considerare nella stima di $L_{eq,75}$

Direzione di marcia	Luminanza [kcd/m ²]					
	Cielo	Strada	Rocce	Edifici	Neve	Prati
Verso Nord	8	3	3	8	15	2
Est-Ovest	12	4	2	6	10 (V) 15 (H)	2
Verso Sud	16	5	1	4	5 (V) 15 (H)	2

(V) Paesaggio montagnoso con superfici prevalentemente ripide, rivolte verso il conducente.
 (H) Paesaggio pianeggiante, più o meno orizzontale.

GALLERIA SERRA RIFUSA INGRESSO NORD VERSO SUD



SETTORE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	sum
S1	0	0	0	4	2	2	2	16	3,52	29,52
S2	0	0	0	4	2	2	2	16	12,48	38,48
S3	0	0	0	4	4	2	2	2	2	16
S4	0	0	0	0	4	2	2	2	2	12
S5	0	0	5	5	5	5	5	5	3,9	33,9
S6	0	0	5	5	5	5	5	5	1,1	31,1
S7	0	0	5	5	5	5	5	5	1,1	31,1
S8	0	0	5	5	5	5	5	5	3,9	33,9
S9	0	0	0	5	5	5	5	5	5	30
S10	0	0	0	4	4	2	2	2	2	16
S11	0	0	0	4	2	2	2	16	12,48	38,48
S12	0	0	0	4	2	2	2	16	3,52	29,52
sum	0	0	20	49	45	39	39	95	53	340

Luminanza equivalente di velo 174,42 kcd m2

COLLEGAMENTO MEDIANO MURGIA - POLLINO
 TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA – PISTICCI
 BY-PASS DI MATERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

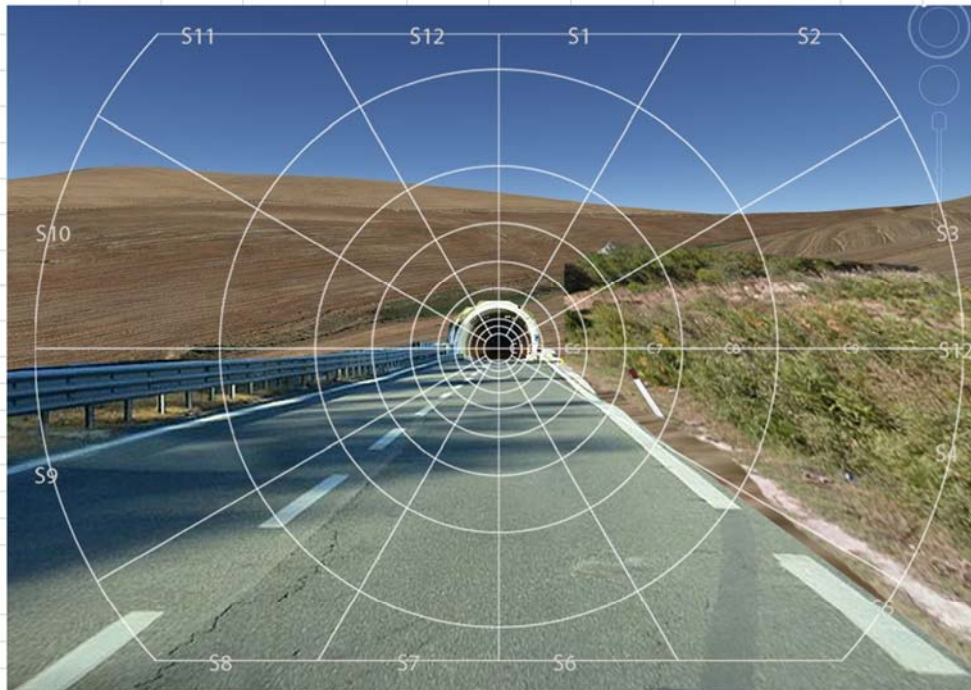
Relazione Tecnica Descrittiva Impianti Elettrici

File: T00-IM00-IMP-RE01-B

Data: Novembre 2020

Pag. 32 di 50

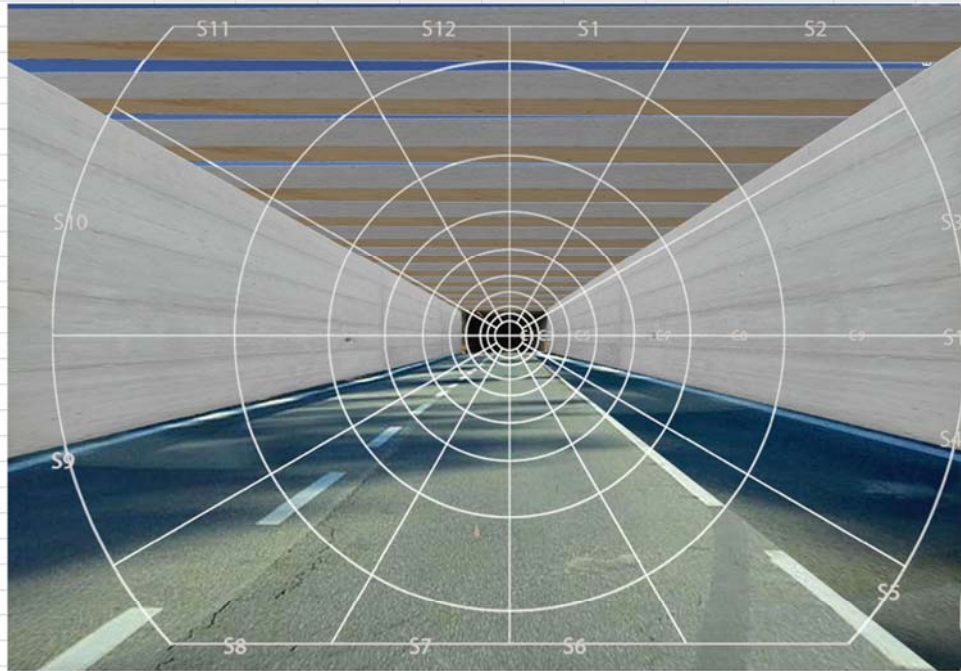
INGRESSO SUD VERSO NORD



SETTORE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	sum
S1	0	0	0	8	2	2	2	8	1,76	23,76
S2	0	0	0	8	2	2	2	8	6,24	28,24
S3	0	0	0	8	2	2	2	2	2	18
S4	0	0	0	8	2	2	2	2	2	18
S5	0	0	0	3	3	3	3	3	2,34	17,34
S6	0	0	0	3	3	3	3	3	0,66	15,66
S7	0	0	0	3	3	3	3	3	0,66	15,66
S8	0	0	0	3	3	3	3	3	2,34	17,34
S9	0	0	0	3	3	3	3	3	3	18
S10	0	0	0	8	2	2	2	2	2	18
S11	0	0	0	8	2	2	2	8	6,24	28,24
S12	0	0	0	8	2	2	2	8	1,76	23,76
sum	0	0	0	71	29	29	29	53	31	242

Luminanza equivalente di velo 124,146 kcd m2

GALLERIA CHIATAMURA INGRESSO NORD VERSO SUD



SETTORE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	sum
S1	0	0	4	4	4	4	4	4	0,88	24,88
S2	0	0	0	4	4	4	4	4	3,12	23,12
S3	0	0	0	4	4	4	4	4	4	24
S4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	28
S5	0	0	5	5	5	5	5	5	3,9	33,9
S6	0	0	5	5	5	5	5	5	1,1	31,1
S7	0	0	5	5	5	5	5	5	1,1	31,1
S8	0	0	5	5	5	5	5	5	3,9	33,9
S9	0	0	0	5	5	5	5	5	5	30
S10	0	0	0	4	4	4	4	4	4	24
S11	0	0	4	4	4	4	4	4	3,12	27,12
S12	0	0	4	4	4	4	4	4	0,88	24,88
sum	0	0	36	53	53	53	53	53	35	336

Luminanza equivalente di velo 172,368 kcd m2

COLLEGAMENTO MEDIANO MURGIA - POLLINO
 TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA – PISTICCI
 BY-PASS DI MATERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

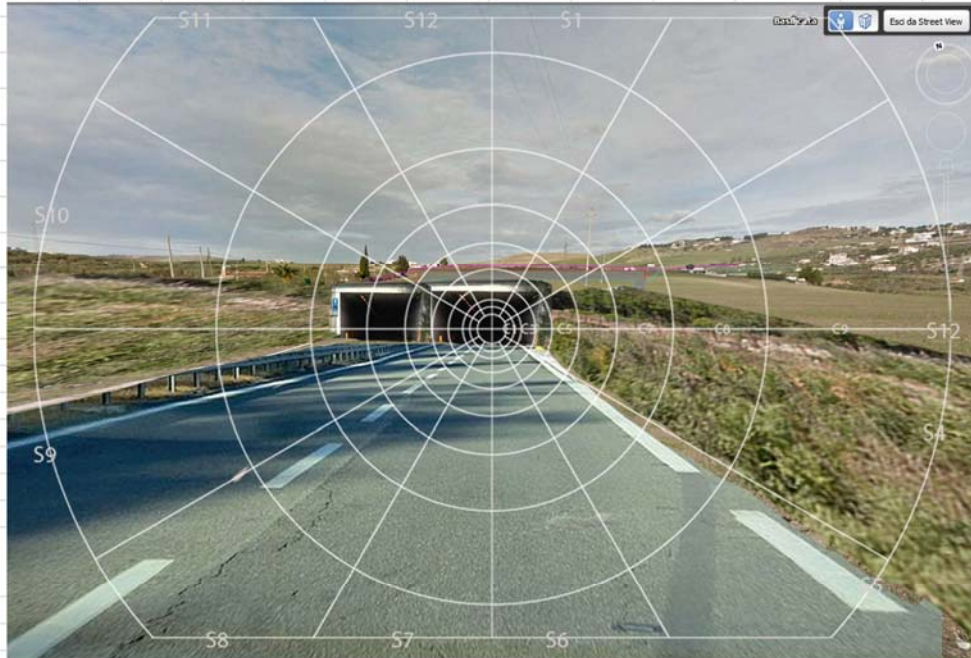
Relazione Tecnica Descrittiva Impianti Elettrici

File: T00-IM00-IMP-RE01-B

Data: Novembre 2020

Pag. 34 di 50

INGRESSO SUD VERSO NORD



SETTORE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	sum
S1	0	0	0	8	2	2	8	8	6,24	34,24
S2	0	0	0	8	2	2	8	8	6,24	34,24
S3	0	0	0	8	2	2	2	2	2	18
S4	0	0	0	8	2	2	2	2	2	18
S5	0	3	3	3	3	3	3	3	2,34	23,34
S6	0	3	3	3	3	3	3	3	0,66	21,66
S7	0	3	3	3	3	3	3	3	0,66	21,66
S8	0	3	3	3	3	3	3	3	2,34	23,34
S9	0	0	3	3	3	3	3	3	2	20
S10	0	0	0	8	0	2	2	2	8	22
S11	0	0	0	8	2	2	8	8	6,24	34,24
S12	0	0	0	8	2	2	8	8	6,24	34,24
sum	0	12	15	71	27	29	53	53	44,96	304,96

Luminanza equivalente di velo 156,4445 kcd m2

4.1.16 Determinazione dei valori di luminanza nella zona interna del tunnel

La luminanza media mantenuta della zona interna L_i per gallerie ad unico senso di marcia deve essere:

$$L_i \geq 1,5 \times L$$

dove L è il valore minimo della luminanza media mantenuta prescritto dal combinato della norma UNI 11248 e UNI EN 13201-2. Come precisato al punto 4.5, come categoria di progetto viene adottata la M3:

$$L = 1 \text{ cd/m}^2.$$

Pertanto, nella zona interna delle gallerie in oggetto, l'impianto di illuminazione permanente fornirà un valore di luminanza costante non inferiore a:

$$L_i \geq 1,5 \times 1 = 1.5 \text{ cd/m}^2 \text{ (unico senso di marcia)}$$

4.1.17 Illuminazione notturna

Come prescritto dalla UNI 11095-2019 la galleria deve essere provvista di illuminazione notturna dalla sezione di entrata a quella di uscita pari a

$$1 \text{ cd m}^{-2}$$

in quanto la galleria fa parte di una strada non illuminata.

L'illuminazione notturna sarà garantita dall'impianto di illuminazione permanente che nelle ore notturne sarà regolato per garantire la prestazione richiesta.

Come indicato dalla UNI 11095:2019 al punto 8.1 le gallerie con soffitto a graticcio complementari a gallerie con impianto di illuminazione diurna, devono essere anch'esse illuminate durante la notte, con gli stessi requisiti. Quindi per il graticcio complementare alla galleria Chiatamura sarà installato un impianto di illuminazione notturna.

4.1.18 Illuminazione di riserva

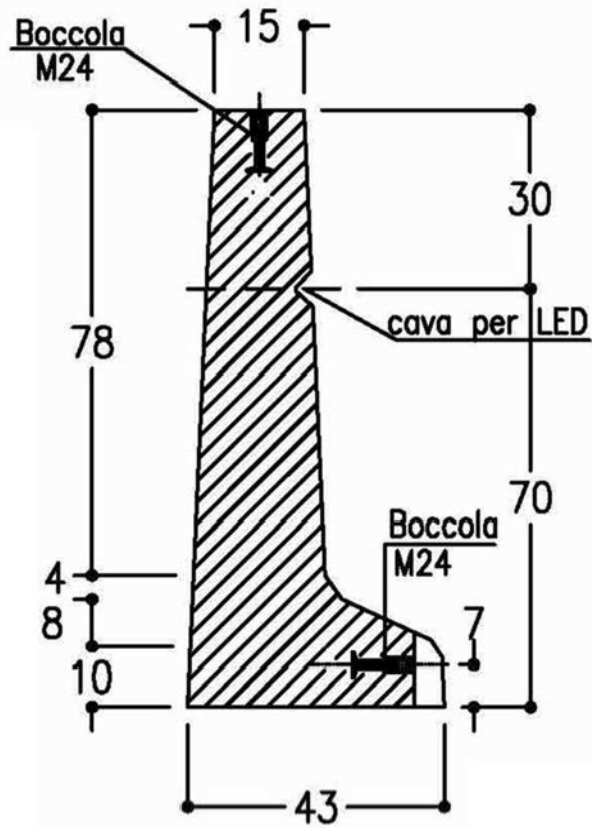
In caso di guasto alla rete di alimentazione, l'impianto dovrà garantire una luminanza media sulla carreggiata di almeno 1 cd m^2 sull'intera galleria e per un tempo minimo di 30 min. I requisiti di uniformità possono non essere soddisfatti.

L' attivazione dell'illuminazione di riserva sarà segnalata agli utenti per il tramite dell'indicazione "Galleria non illuminata" tramite i pannelli a messaggio variabile installati alla distanza di progetto illuminotecnica.

4.1.19 Illuminazione di sicurezza

Sarà realizzata un'illuminazione di sicurezza in grado di consentire la messa in sicurezza degli utenti attraverso le vie di fuga. Sarà previsto un elemento luminoso a led su entrambi i lati delle gallerie, con la duplice funzione di illuminare il camminamento in prossimità della barriera stessa e di segnalare il verso di percorrenza della galleria in caso di emergenza. I corpi illuminanti a LED saranno idonei per montaggio all'interno della barriera redirettiva. L'illuminazione di sicurezza dovrà essere in grado di assicurare:

- l'indicazione chiara e non ambigua delle vie di fuga, garantita anche dalla guida fisica e luminosa del corpo illuminante,
- l'illuminazione delle vie di fuga,
- individuazione delle dotazioni di sicurezza a servizio degli utenti,
- l'indicazione del verso di percorrenza, in allontanamento dal luogo di incendio.



SEZIONE

4.2 Stazioni di emergenza

Le stazioni di emergenza saranno progettate per mettere a disposizione diversi strumenti di sicurezza, in particolare telefoni di emergenza ed estintori.

Le stazioni di emergenza sono costituite da un armadio e posizionate sul lato destro della carreggiata.

La rottura di un vetro, l'apertura di uno sportello per il prelievo degli estintori deve attivare un allarme locale ottico ed acustico temporizzato.

Il sistema di allarme in dotazione agli armadietti di emergenza sarà collegato ad alimentazione elettrica di sicurezza (UPS).

Gli armadietti saranno previsti ai portali e ad interdistanza di 150 m opportunamente segnalati con segnale luminoso e segnale di postazione idrante.

Gli armadietti dovranno contenere:

- pulsante di allarme;
- una postazione idrante;
- due estintori a polvere ed a schiumogeno;
- un telefono S.O.S.

Il segnale di apertura dell'armadietto deve essere inviato al centro remoto. Quando viene azionato il pulsante di allarme, viene comunicata all'operatore del centro remoto una situazione di emergenza. L'operatore, oltre a dialogare con l'utente, potrà seguire delle procedure di emergenza e attivare i relativi sistemi presenti in galleria (PMV).

Le iscrizioni esplicative accanto ai suddetti pulsanti dovranno essere scritte in quattro lingue: italiano, inglese, francese e tedesco.

4.3 Impianto idrico antincendio

Le gallerie saranno dotate di un impianto idrico antincendio.

L'impianto idrico antincendio è costituito da una rete fissa di idranti chiusa ad anello in prossimità degli imbocchi, mantenuta permanentemente in pressione e collocata in posizione protetta dietro i profili redirettivi lato corsia di marcia.

L'impianto idrico antincendio è in grado di garantire valori di portata uniformi tra i differenti idranti e comunque non inferiori a 120 l/min per gli idranti DN 45 e 300 l/min per gli idranti DN 70.

L'impianto idrico antincendio è dotato di:

- idranti UNI 45 con relativo corredo di tubazione flessibile da 20m e lancia erogatrice nelle stazioni di emergenza;
- idranti UNI 70 con relativo corredo di tubazione flessibile da 20m e lancia erogatrice agli imbocchi delle canne e nelle piazzole di sosta;
- attacchi di mandata per autopompa agli imbocchi delle canne. Gli attacchi di immissione saranno due e di diametro DN 70.

Gli idranti DN 45 sono posizionati sul lato di marcia, mantenendo, per quanto possibile, la stessa interdistanza per lato.

La rete fissa di idranti sarà chiusa ad anello ed alimentata da una stazione di pompaggio dotata di:

- gruppo di pompaggio
- serbatoio di riserva.

La rete fissa di idranti deve garantire il servizio per un tempo non inferiore alle due ore nel corso delle operazioni di spegnimento.

L'impianto sarà dimensionato in modo da garantire il simultaneo funzionamento di almeno 4 idranti DN 45 con 120 l/min cadauno e pressione residua non inferiore a 0,2 MPa e 1 idrante DN 70 con 300 l/min e pressione residua non inferiore a 0,4 MPa, nella posizione idraulicamente più sfavorevole.

La rete fissa di idranti sarà protetta dal gelo, da possibili urti meccanici, dalla corrosione e consentire le dilatazioni termiche.

La pompa antincendio sarà alimentata con propria linea esclusiva, derivata a monte dell'interruttore generale BT dell'impianto elettrico, in modo che l'energia elettrica sia disponibile anche in caso di condizione di aperto di tutti gli interruttori dell'impianto.

Le linee di alimentazione saranno protette contro i cortocircuiti ed i contatti indiretti, ma non contro il sovraccarico, a favore della continuità e sicurezza di esercizio.

L'impianto sarà alimentato dalla normale rete di distribuzione di energia elettrica e da una fonte di energia elettrica di emergenza (gruppo elettrogeno).

4.4 Semafori e PMV

Agli imbocchi delle gallerie di progetto saranno installati semafori in grado di consentire la chiusura della galleria in situazioni di emergenza e, a distanza di 150 metri prima degli

imbocchi, saranno previsti pannelli a messaggio variabile costituiti da una indicazione alfanumerica e da un pittogramma di tipo full color.

4.5 Alimentazione e circuiti elettrici

Le due gallerie di progetto saranno alimentate da propria cabina di trasformazione MT/BT. Disporranno inoltre di un'alimentazione elettrica di emergenza (gruppo elettrogeno) per assicurare il funzionamento dei sistemi di emergenza per almeno 24 ore.

Saranno dotate di un sistema di alimentazione elettrica di sicurezza (UPS) in grado di garantire la continuità del servizio per un intervallo di tempo di 1 h.

L'alimentazione di emergenza (gruppo elettrogeno) sarà in grado di garantire il funzionamento dei seguenti impianti:

- impianto di alimentazione di sicurezza (UPS);
- impianto idrico antincendio.

L'alimentazione di sicurezza (UPS) sarà in grado di garantire il funzionamento dei seguenti impianti:

- impianto di illuminazione di emergenza e di sicurezza;
- la segnaletica in galleria e nei tratti in prossimità degli imbocchi;
- sistema di gestione della galleria.

I cavi di alimentazione elettrica saranno collocati per quanto possibile in sede protetta; ove non sia possibile il posizionamento sotto il marciapiedi, dietro il profilo redirettivo o all'interno del rivestimento, i cavi saranno alloggiati in apposite canaline o passerelle di caratteristica AISI almeno 304L.

Tutti i cavi presenti in galleria, indipendentemente dalle condizioni di posa, saranno del tipo non propagante l'incendio e senza alogeni "LSOH", con tensione nominale 0,6/1 kV conformi alla normativa CPR idonei per installazioni in luoghi a livello di rischio alto come indicato nelle CEI-UNEL 35016, tipologia FG18OM16:

COLLEGAMENTO MEDIANO MURGIA - POLLINO
TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA – PISTICCI
BY-PASS DI MATERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Relazione Tecnica Descrittiva Impianti Elettrici

File: T00-IM00-IMP-RE01-B
Data: Novembre 2020
Pag. 41 di 50

Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G18
- Riempitivo: non igroscopico
- Guaina: termoplastica LSOH, qualità M16
Colore: nero

LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Caratteristiche particolari

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali.
Buon comportamento alle basse temperature.

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 6 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

Colori delle anime

BIPOLARE 
TRIPOLARE  or 
QUADRIPOLARE  or 

Impiego e tipo di posa

Riferimento Guida CEI 20-67:

Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose come ad esempio aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane, gallerie stradali e ferroviarie.

Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e fumi nocivi, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

I cavi che costituiscono i circuiti di emergenza e di sicurezza, fino al dispositivo che alimentano, saranno del tipo non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH), tensione nominale 0,6/1 kV e resistenti al fuoco secondo la norma CEI 20-45 V2 (09/2019) tipologia FTG18(O)M16 0,6/1 kV. Questo cavo possiede la classificazione di Reazione al Fuoco (CPR) con aggiunte prestazioni di Resistenza al Fuoco che gli consentono di operare per almeno 120 minuti a 830° C.

4.6 Sistema di controllo e supervisione impianti

Gli impianti di galleria saranno supervisionati e controllati da sistema avente una postazione di comando e controllo locale normalmente non presidiata all'esterno di ogni galleria con possibilità di remotizzare i segnali provenienti dagli elementi in campo ad un centro di controllo che sarà definito nelle successive fasi di progettazione.

I sistemi controllati saranno i seguenti:

- impianti di illuminazione
- sensoristica per rilevazione della luminosità
- apparati di richiesta manuale di soccorso (Sos)
- sistemi di segnalamento all'utenza (segnaletica luminosa e pannelli a messaggio variabile)
- quadri MT
- quadri BT
- Ups
- gruppi elettrogeni.

Il sistema sarà costituito da PLC con elevate caratteristiche di robustezza, modularità, remotazione dei segnali, possibilità di intelligenza distribuita, soluzioni di ridondanza, semplicità di programmazione flessibilità di protocolli e interfacce di rete.

Il protocollo utilizzato sarà Modbus TCP/IP.

5 PROGETTO ILLUMINOTECNICO ROTATORIE TRACCIATO C1

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali devono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche C (UNI EN 13201:2) integrate con i requisiti sull'abbagliamento dell'appendice C della UNI EN 13201-2:2016.

Il prospetto 1 della norma UNI 11248:2016 di seguito riportato, esplicita la classificazione delle strade secondo la normativa vigente ed associa, a ciascuna di queste, una categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi. Nel caso in esame, l'asse stradale viene adeguato ad una strada di tipo "C1", per cui la categoria illuminotecnica di ingresso associata è M2, come di seguito evidenziato.

prospetto 1

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

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].
 2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).
 3) Vedere punto 6.3.
 4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

Con riferimento al prospetto 6 della norma UNI 11248, riportato di seguito, nel caso di zone di studio facenti parte di una strada non illuminata, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere pari alla maggiore tra categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se venissero illuminate.

prospetto 6 **Comparazione di categorie illuminotecniche**

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

In questo caso, essendo le strade di accesso di categoria M2 e il valore Q_0 (Coefficiente medio di luminanza) pari a $0,07 \text{ sr}^{-1}$ (classe C2 per le pavimentazioni di asfalto), come indicato nel prospetto B.1 della UNI 11248:2016 di seguito riportato, la categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi deve essere pari a C2.

prospetto B.1 **Classificazione delle pavimentazioni stradali asciutte**

Classe	Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza	Coefficiente medio di luminanza	Fattore di specularità	Gamma del fattore di specularità
C1	Vedere prospetto C.2	0,10	0,24	$S_1 \leq 0,4$
C2	Vedere prospetto C.3	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

5.1 Identificazione della categoria illuminotecnica di progetto

Le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio vengono calcolate attraverso un'analisi dei rischi, così come descritto nel cap. 8 della norma UNI 11248:2016. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza, di seguito esplicitati, al fine di individuare le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando, allo stesso tempo, i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

I parametri di influenza si distinguono tra quelli costanti nel lungo periodo (prospetto 2), in base ai quali si determina la categoria di progetto, e quelli variabili nel tempo (prospetto 3), che determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto.

prospetto 2 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse.	
2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità.	
3) Riferimenti in CIE 137 ^[5] .	

In aggiunta a questi, l'utilizzo di apparecchi che emettono luce con indice generale di resa dei colori $R_a \geq 60$ e rapporto scotopico-fotopico $S/P \geq 1,10$, consente, nell'analisi dei rischi, un valore massimo di riduzione pari a 1.

prospetto 3 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Nel presente progetto, l'utilizzo di apparecchi a LED ad alta efficienza consente la riduzione di 1 categoria illuminotecnica, mentre il contributo degli altri parametri di influenza costanti si è valutato come segue:

- Condizioni non conflittuali: diminuzione di 1 categoria.
- Assenza di attraversamenti pedonali: diminuzione di 1 categoria.

Da questa valutazione, sommando i vari contributi, si ottiene un valore di riduzione complessivo pari a 3.

Normativamente il decremento massimo della categoria illuminotecnica di progetto a partire dalla categoria illuminotecnica di ingresso può essere pari a due categorie. Per questo si raggiunge una categoria illuminotecnica di progetto pari a C4.

Per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si sono adottate soluzioni tecniche tali da creare un'illuminazione decrescente nella zona di transizione tra

la zona illuminata e quella completamente buia. La lunghezza di questa zona è maggiore dello spazio percorso in 3 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione così come previsto dalla normativa.

5.2 Identificazione delle categorie illuminotecniche di esercizio

Coerentemente con quanto detto nel paragrafo precedente, si è effettuata una valutazione dei parametri di influenza variabili nel tempo, giungendo alla seguente conclusione:

Parametro di influenza	Valore di riduzione assegnato
Flusso orario di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio	0
Flusso orario di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio	0
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	0

Per quanto sopra esposto, la categoria illuminotecnica di progetto (C4) è uguale aa quella di esercizio.

Questo perché non avendo dati sul traffico aggiornati non è possibile effettuare una riduzione.

Se in fase di esercizio si dovesse rendere necessaria una riduzione, la stessa sarà ottenuta mediante la regolazione del flusso luminoso emesso dagli apparecchi, in quanto è previsto un sistema di regolazione del flusso ad onde convogliate.

Per una categoria illuminotecnica di progetto pari a C4, i valori da rispettare sono i seguenti:

- E (Illuminamento medio) = 10 lx;
- U₀ (Uniformità generale) = 0.40;

così come indicato nel prospetto 2 della UNI EN 13201-2:2016 di seguito riportato

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E minimo mantenuto: Lx	U ₀ [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

3.6 Scelte progettuali

L'impianto di illuminazione delle rotatorie è costituito da armature stradali con lampada LED montate su palo in lamiera in acciaio s235 tronco conico a sezione circolare lunghezza 9,80 m, altezza fuori terra 9,00 m, spessore 4mm.

Le armature sono a tecnologia LED con corpo e telaio in alluminio pressofuso, attacco palo in alluminio pressofuso, sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV. Il diffusore è in vetro sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti. La lampada LED 100 W - 4000K - IP66.

Le armature stradali sono provviste di modulo controllo onde convogliate per il controllo, comando dimmerazione e segnalazione dei parametri dei punti luce.

L'energia viene fornita in bassa tensione, ai nuovi quadri elettrici, ubicati nelle due rotatorie. È prevista una fornitura per ogni rotatoria avente le seguenti caratteristiche:

- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale 400 V
- L'impianto è del tipo TT
- Potenza impegnata: 1,5 kW.

I carichi elettrici sono costituiti principalmente dalle lampade a LED la cui potenza singola, considerando anche il driver, è indicata negli elaborati grafici.

Il valore della corrente di cortocircuito massima, da considerare per la scelta delle apparecchiature dell'Utente, è convenzionalmente assunto pari a 6 kA come indicato nella norma CEI 0-21 per le forniture monofase.

Le linee di alimentazione dorsale degli impianti di illuminazione delle rotatorie, previste per la posa interrata ed entro pali metallici sono realizzate con cavi CPR del tipo unipolare, flessibile, non propaganti l'incendio, isolati con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16.

Le caratteristiche principali dei cavi FG16R16 e FG16(O)R16 sono:

- Non propagazione della fiamma;
- Non propagazione dell'incendio;
- Bassissima emissione fumi, gas tossici e corrosivi.
- Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali;
- Buon comportamento alle basse temperature.

Caratteristiche costruttive

- Conduttore: Rame rosso, formazione flessibile, classe 5.
- Isolamento: Gomma, qualità G16.
- Cordatura: I conduttori isolati sono cordati insieme.
- Riempitivo: Termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari).
- Guaina esterna: PVC, qualità R16.

6 REGOLAZIONE

Per ridurre gli oneri di manutenzione e i costi energetici, per tutti gli impianti di illuminazione (svincoli, rotatorie, gallerie) è previsto un sistema di regolazione del flusso luminoso di tipo ad onde convogliate.

6.1 Svincoli e rotatorie

È installato all'interno di armadio stradale ed è in grado di leggere e memorizzare le grandezze elettriche tipiche (tensione, corrente per ogni fase, cosfi, potenza, energia, ecc.) e memorizzare dati statistici (ore di funzionamento linea, numero di mancanza rete, ecc.), nonché di segnalare allarmi del quadro o provenienti dalle armature stradali. Il sistema deve potere essere collegabile via rete ethernet o via GSM ad un server di controllo e, tramite interfaccia web o tramite sms deve potere essere possibile interrogare il sistema stesso.

Il sistema è dotato di **interruttore astronomico** crepuscolare per permettere anche la configurazione di scenari prememorizzati o attivati da sensori di campo.

Il sistema dovrà essere in grado di comunicare coi singoli punti luce in tempo reale, comandandone l'accensione, lo spegnimento o la dimmerazione e ricevendo le informazioni sullo stato del singolo apparecchio di illuminazione.

6.2 Gallerie

È previsto in ogni galleria un sistema di regolazione del flusso luminoso di tipo ad onde convogliate.

È installato all'interno di manufatto prefabbricato, realizzato in progetto per contenere gli apparati elettrici di alimentazione e gestione impianti di galleria.

Il sistema è in grado di leggere e memorizzare le grandezze elettriche tipiche (tensione, corrente per ogni fase, cosfi, potenza, energia, ecc.) e memorizzare dati statistici (ore di funzionamento linea, numero di mancanza rete, ecc.), nonché di segnalare allarmi del quadro o provenienti dai proiettori. Il sistema deve potere essere collegabile via rete ethernet o via GSM ad un server di controllo e, tramite interfaccia web o tramite sms deve potere essere possibile interrogare il sistema stesso.

Il sistema è dotato di **interruttore astronomico** crepuscolare per permettere anche la configurazione di scenari prememorizzati o attivati da sensori di campo.

Per la regolazione del flusso nelle gallerie, nei due imbocchi di ciascun tunnel è prevista l'installazione di una **sonda di luminanza debilitante** secondo la UNI 11095-2019.

Caratteristiche principali di ogni sonda sono:

- Sensore d'immagine a colori ad alta risoluzione dotato di matrice di 1280 x 1024 pixel per un totale di 1,3 Megapixel
- Calcolo della luminanza debilitante secondo le prescrizioni della norma UNI11095-2019 per angoli compresi all'interno del diagramma di Adrian
- Campo di sensibilità dei pixel compreso tra 0 cd/m² e 20000 cd/m²
- Campo di uscita (luminanza debilitante) del rilevatore compreso tra 0 cd/m² e 1080 cd/m²
- Trasmissione dati, da e verso il modulo di controllo, mediante porta seriale a tre conduttori con protocollo proprietario
- Collegamento con PC, tramite linea seriale, per centratura iniziale, taratura e determinazione dell'area sotto controllo

Il sistema dovrà essere in grado di comunicare coi singoli punti luce in tempo reale, comandandone l'accensione, lo spegnimento o la dimmerazione e ricevendo le informazioni sullo stato del singolo apparecchio di illuminazione.