

REGIONE DEL VENETO 	VI.ABILITA' S.r.l. 	PROVINCIA DI VICENZA 
<p style="text-align: center;"><b>"SP 134 Tunnel Schio-Valdagno: Rifacimento impianto di illuminazione delle gallerie SchioValdagnoPass e Valle Miara"</b>  <b>Commessa 15/2019</b></p>		
<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>		
<b>oggetto</b>	<b>GALLERIA VALLE MIARA RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA</b>	
Presidente di Vi.abilità S.r.l. Dott.ssa Magda Dellai		Il Direttore Generale di Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni
<b>progettazione</b>  <b>SINT Ingegneria</b> Srl Via Cristoforo Colombo, 106 I-36061 Bassano del Grappa (VI) Tel.: +39 0424 568457 Fax: +39 0424 219564 E-mail: <a href="mailto:info@sintingegneria.it">info@sintingegneria.it</a> Web-site: <a href="http://www.sintingegneria.it">www.sintingegneria.it</a>  Ing. Francesco Fantinato Ing. Luca Bernardi	<b>responsabile dei lavori(D.L.gs. 81/08)</b>  Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni	<b>elaborato</b>  <b>EErts02</b> <b>data</b> 11/2019 <b>aggiornamento/i data e numero</b>  <b>scala/e</b> - <b>commessa/e</b> 15/2019 <b>codice elaborato</b> 19020_0EErts02
<b>eseguito</b> Ing. Luca Bernardi	<b>controllato</b> 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 <a href="mailto:info@vi-abilita.it">info@vi-abilita.it</a> Web site <a href="http://www.vi-abilita.it">www.vi-abilita.it</a>	Capitale sociale: 5.050.000,00 euro Partita IVA: 02928200241 Registro Imprese di Vicenza: 02928200241 R:E:A: di Vicenza: n. 285329
<p style="text-align: center;">QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTREMENTI 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.)</p>		

**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 TECNICA SPECIALISTICA**

## **SOMMARIO**

1. INTRODUZIONE .....	2
2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE .....	3
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	3
4. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI .....	4
5. STATO DI FATTO .....	5
5.1 GENERALITA' .....	5
5.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO GALLERIA SCHIO-VALDAGNO-PASS .....	5
5.2.1 CONDIZIONE OPERATIVA DELLE CANALIZZAZIONI ESISTENTI .....	9
5.2.2 MISURE ILLUMINOTECNICHE .....	11
6. CRITICITA' ED OSSERVAZIONI SULLO STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI .....	11
7. NUOVO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA .....	12
7.1 GENERALITÀ .....	12
7.2 ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN INGRESSO .....	13
7.2.1 APPARECCHI ILLUMINANTI PER IL RINFORZO IN INGRESSO .....	13
7.2.2 CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN INGRESSO .....	14
7.3 ILLUMINAZIONE PERMANENTE ORDINARIA E DI EMERGENZA .....	14
7.3.1 APPARECCHI ILLUMINANTI PER L'ILLUMINAZIONE DI BASE .....	14
7.3.2 CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE PERMANENTE .....	15
7.4 GESTIONE DELL'ILLUMINAZIONE PERMANENTE E DI RINFORZO .....	15
7.4.1 SENSORE DI LUMINANZA AGLI IMBOCCHI .....	17
8. IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA BT .....	18
8.1 ADEGUAMENTO QUADRO ELETTRICO DI CABINA .....	18
8.2 SOSTITUZIONE UPS ATTUALE CON NUOVI CPS .....	18
8.3 RETE (BT) DI DISTRIBUZIONE PRINCIPALE .....	19
8.4 RETE BT DI DISTRIBUZIONE TERMINALE .....	20
9. INTEGRAZIONE DEL SISTEMA DI CONTROLLO E DI SUPERVISIONE .....	20
9.1 GENERALITA' .....	20
9.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI INTEGRAZIONE .....	21
10. DESCRIZIONE DELLE FASI DI INTERVENTO, OPERE PROVVISORIALI E RIMOZIONI .....	22
10.1 GENERALITÀ .....	22
10.2 INDIVIDUAZIONE E SEQUENZA DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI .....	22
10.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO .....	22
10.2.2 SEQUENZA DELLE LAVORAZIONI .....	23
10.3 PRECISAZIONI SULLE RIMOZIONI, SPOSTAMENTI E SUGLI SMALTELLAMENTI .....	24
11. ALLEGATI ALLA RELAZIONE .....	24

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento illustra tecnicamente la soluzione tecnica adottata per l'intervento di rifacimento dell'impianto di illuminazione a servizio della galleria "Valle Miara" che fa parte dell'infrastruttura denominata "Tunnel Schio-Valdagno" collocata nei comuni di Schio (VI) e Valdagno (VI).

Il Gestore "Vi.abilità S.r.l.", fermo restando i requisiti di sicurezza, rispetto all'attuale impianto realizzato negli anni 1999 -2002, col presente intervento, intende conseguire i seguenti obiettivi:

- risparmio energetico con conseguenti minori oneri di gestione
- minori oneri manutentivi
- livello di sicurezza in linea con gli attuali standard legislativi/normativi

Il raggiungimento degli obiettivi sopra elencati si ottiene tramite i seguenti provvedimenti:

- cambio della tecnologia delle sorgenti luminose, dalle attuali sorgenti al Sodio Alta Pressione (SAP) a sorgenti LED.
- realizzando gli impianti di rinforzo con riferimento alla metodologia illustrata nell'Appendice D della Norma UNI 11095 anziché riferirsi alla curva Standard CIE di cui al metodo A della stessa norma UNI 11095.
- misurando il reale valore delle luminanze ambientali anziché utilizzare i valori cautelativi indicati nella Norma UNI 11095 (vedi prospetto I.1)
- prescrivendo apparecchi illuminanti caratterizzati da elevate efficienze luminose

Con tale soluzione si ottiene normalmente, a parità del valore della luminanza di entrata ( $L_e$ ), una riduzione delle potenze installate per gli impianti di rinforzo del 20% circa, con risparmi energetici attesi anche superiori grazie alla maggiore capacità di parzializzazione dei LED (sino al 15÷20% del flusso nominale) rispetto alle lampade a scarica SAP (sino al 35÷40% del flusso nominale).

Il tunnel di cui trattasi trova evidenza nell'immagine seguente:



*Foto area di inquadramento del tunnel Valle Miara*

## 2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Per comodità vengono introdotte 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
- HW - HardWare
- IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- I/O - Input/Output
- IS - Illuminazione di Sicurezza per evacuazione
- LED - Lighting 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 del tunnel Valle Miara
- RI - Rinforzo di Ingresso
- SdF - Stato di Fatto
- SW - SoftWare
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- UPS - Gruppo di continuità assoluta

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

## 3. NORMATIVE 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

- Norma UNI 11095:2019 – "Illuminazione delle gallerie stradali"
- Norma UNI 11248:2016 - "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche"
- Norma UNI 13201-2:2016 - "Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali"

Si precisa che i “Criteri Ambientali Minimi” (CAM), di cui al Decreto del Ministro dell’Ambiente del 27 settembre 2017 recante “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”, non essendo applicabile alle gallerie (vedi cap. 2 del D.M. su menzionato) non saranno considerati nel presente intervento

#### **4. 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. Resta comunque inteso che, qualora disponibile al momento della stesura del progetto costruttivo e/o dell’installazione del cavo in cantiere, dovrà essere adottata per tutti i cavi la pertinente euroclasse secondo CPR; ciò avverrà, per l’Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.*

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).

## **5. STATO DI FATTO**

### **5.1 GENERALITA’**

Lo stato di fatto degli impianti è stato esaminato preliminarmente con particolare riferimento ai seguenti elaborati facenti parte della documentazione “As- Built” resa disponibile dal Committente:

- 01/PA/D10119D – Disposizione canaline e apparecchi illuminanti
- 01/IL/D10119B – Planimetria canaline e apparecchi illuminanti
- 02/IL/D10119B – Calcoli Illuminotecnici
- 01/OC/D10119B – Opere civili - Disposizione apparati Impianti esterni – Dettagli costruttivi
- 02/OC/D10119B – Percorso cavidotti e pozzetti
- Rapporto di misura illuminotecnica del 23 Febbraio 2009

Inoltre in data 11/06/2019 è stato eseguito un sopralluogo notturno con lo scopo di:

- eseguire un’ispezione visiva delle attuali canalizzazioni
- eseguire delle misure illuminotecniche

### **5.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO GALLERIA SCHIO-VALDAGNO-PASS**

Dall’analisi dei documenti elencati al paragrafo precedente si evince che lo SDF dell’impianto di illuminazione può essere sinteticamente descritto come segue:

- i corpi illuminanti dedicati alla permanente (fornitore SCHREDER mod. TR3NB) sono equipaggiati con sorgenti SAP, potenza 70W ed ottica asimmetrica
- i corpi illuminanti dedicati ai rinforzi (fornitore SCHREDER mod. TR3NB) sono equipaggiati con sorgenti SAP, potenza variabile 70W÷400W ed ottica asimmetrica
- gli apparecchi illuminanti risultano installati su due file laterali affacciate ad un’altezza pari a 4m, inclinati di 20° rispetto alla verticale





*Foto imbocco lato Nord con la posizione degli apparecchi illuminanti esistenti*



*Foto imbocco lato Sud con la posizione degli apparecchi illuminanti esistenti*

- gli apparecchi risultano staffati tramite apposita staffa alla canalizzazione portacavi in acciaio zincato a caldo 200x65 mm (tratto galleria artificiale) ovvero direttamente alla parete (tratto galleria naturale)
- risultano installate le seguenti quantità di apparecchi:

Funzione apparecchio	Potenza apparecchio	Flusso luminoso sorgente SAP	N. apparecchi
Illuminazione permanente	SAP 70W	7.000 lumen	78+78=156
Illuminazione rinforzo	SAP 70W	7.000 lumen	18+18=36
Illuminazione rinforzo	SAP 100W	10.000 lumen	12+12=24
Illuminazione rinforzo	SAP 150W	14.500 lumen	26+26=52
Illuminazione rinforzo	SAP 250W	27.000 lumen	12+12=24
Illuminazione rinforzo	SAP 400W	48.000 lumen	96+96=192

- l'impianto è stato progettato con riferimento alla Norma CIE 88/90
- la velocità di riferimento adottata è pari a 70 km/h con distanza di arresto pari a 60m
- la luminanza di progetto per entrambi gli imbocchi è pari a circa 150 cd/m<sup>2</sup>
- la luminanza di progetto nel tratto interno (permanente) è pari a 2,8 cd/m<sup>2</sup>
- il tunnel risulta così caratterizzato:

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)	≈ 9,7m
Larghezza corsie (m)	3,75+3,75 (marcia dir. Nord + marcia dir. Sud)
Marciapiede destro	1,1
Marciapiede sinistro	1,1

- nei calcoli illuminotecnici è stato considerato un fattore di manutenzione complessivo pari a 0,8
- nei calcoli illuminotecnici è stato un manto stradale di tipo C2 con coefficiente medio di luminanza Q0=0,07
- i risultati dei calcoli evidenziano un passo degli apparecchi illuminanti della permanente pari a 8m
- gli impianti di illuminazione sono alimentati dalla cabina BT, collocata al di sopra della galleria, nei pressi dell'imbocco lato Nord, in adiacenza alla corsia direzione Nord





*Cabina BT Valle Miara – Vista esterna*



*Cabina BT Valle Miara – Vista interna*

- gli impianti di illuminazione di emergenza (PE), in caso di mancanza della rete ENEL, sono alimentati in continuità grazie ad un UPS da 15 kVA completo di batterie (fornitore SIEL mod. LOPOWER)

- sono previsti i seguenti circuiti di alimentazione BT:
  - illuminazione PO: due circuiti per ogni fila, con apparecchi derivati alternativamente da tali circuiti (n.4 circuiti complessivi da cabina). Circuiti protetti con interruttore modulare magnetotermico differenziale 4x20A e contattore di potenza per il comando ON/OFF sulla base del segnale da PLC
  - illuminazione PE: un circuito per ogni fila, con apparecchi PE circa ogni 10 apparecchi PO di cui al punto precedente (n.2 circuiti complessivi da cabina). Circuiti protetti con interruttore modulare magnetotermico differenziale 4x10A e contattore di potenza per il comando da PLC
  - illuminazione RI: due circuiti per ogni fila, con apparecchi derivati alternativamente dai due circuiti (n.8 circuiti complessivi da cabina). Circuiti protetti con interruttore modulare magnetotermico differenziale 4x32÷40A e contattore di potenza per il comando ON/OFF sulla base del segnale da PLC
- i cavi usati per l'illuminazione permanente ordinaria e per i circuiti di rinforzo sono unipolari tipo FG7M1 – 0,6/1kV.
- i cavi usati per l'illuminazione permanente di emergenza sono unipolari tipo RF31– 0,6/1kV, resistenti al fuoco.
- due circuiti su quattro degli impianti di illuminazione permanente ordinaria, durante le ore notturne, vengono spenti manualmente
- gli impianti di illuminazione permanente di emergenza risultano sempre accesi a pieno regime (100%)
- gli impianti di illuminazione di rinforzo sono regolati in funzione delle condizioni di illuminazione all'esterno tramite apposite sonde (n.2 sonde) installate su palo e con regolatori di flusso (n.2 regolatori fornitore IREM), uno per ogni imbocco



*Regolatori di flusso esistenti per la gestione dei rinforzi*

- la galleria risulta servita da un sistema di controllo (PC e unità I/O) e di supervisione (SCADA) recentemente realizzato

### **5.2.1 CONDIZIONE OPERATIVA DELLE CANALIZZAZIONI ESISTENTI**

L'ispezione delle canalizzazioni cavi/apparecchi è stata svolta nel tunnel Valle Miara, lungo entrambe le

direzioni, considerando le relative canalizzazioni porta cavi d'illuminazione, a partire dalla piazzola di sosta (zona di transizione tra galleria artificiale con sezione rettangolare e galleria naturale con sezione ad arco) fino all'imbocco lato sud.

Nel corso dell'ispezione sono state valutate visivamente:

- A. lo stato di conservazione della canalizzazione;
- B. lo stato di conservazione delle mensole e delle staffe di sospensione dei canali;
- C. lo stato di conservazione delle giunzioni tra canalizzazioni;

Per quanto concerne il punto A) le canalizzazioni appaiono ovviamente sporche (ricoperte da uno strato di sporcizia dovuta principalmente all'inquinamento dei mezzi in circolazione nel tunnel) ma ciò nonostante non sono visibili fenomeni di ossidazione, né in prossimità delle zone terminali delle canalizzazioni, né presso il corpo centrale della canalizzazione.



*Foto canale nel tunnel Valle Miara*

Per quanto concerne il punto B) vale quanto già evidenziato per le canalizzazioni. In particolare non sono visibili fenomeni di ossidazione nelle zone di fissaggio tra mensola e canalizzazione.



*Foto staffa nel tunnel Valle Miara*

Per quanto concerne il punto C) non sono evidenti fenomeni di ossidazione per i sistemi di fissaggio (viti bulloni).





*Foto giunzione nel tunnel Valle Miara*

Nel tunnel Valle Miara non sono presenti controventature, vista la tipologia di fissaggio con mensola a parete.

### 5.2.2 MISURE ILLUMINOTECNICHE

Sono state eseguite le seguenti misure illuminotecniche:

- illuminazione permanente: misura livelli di luminanza su carreggiata e pareti con osservatore che guarda in direzione Nord (l'impianto è simmetrico rispetto alle due direzioni di marcia)
- illuminazione di rinforzo: misura livelli di luminanza su carreggiata e pareti (lato Nord). Il lato Sud è pressochè identico sia in termini di apparecchi illuminanti che di larghezza della carreggiata.

Il report di tali misure sono riportati nell'Allegato 1.

Per quanto concerne la permanente i valori sono in linea con i valori attesi di progetto (si evidenzia soltanto una criticità sull'uniformità longitudinale) mentre per quanto concerne il rinforzo, i valori di luminanza in carreggiata sono significativamente più bassi rispetto ai valori di progetto (75 cd/mq rispetto a 150cd/mq di progetto) ed i valori sulle pareti non sono sufficientemente elevati.

I valori misurati per il rinforzo risentono tuttavia della presenza di lampade fuori servizio al momento della misura.

## 6. CRITICITA' ED OSSERVAZIONI SULLO STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI

L'impianto presenta le seguenti criticità dal punto di vista prestazionale illuminotecnico:

- valori di uniformità generale dell'illuminazione permanente al di sotto dei livelli normativi oggi vigenti
- luminanza delle pareti nella zona interna di rinforzo inferiori rispetto ai valori oggi richiesti dalla Norma
- luminanza nella zona di rinforzo inferiori rispetto ai valori del progetto relativo allo stato di fatto
- luminanza delle pareti nella zona di rinforzo inferiori rispetto ai valori oggi richiesti dalla Norma

In aggiunta, una revisione dell'impianto di illuminazione che prevede la sostituzione delle attuali sorgenti luminose al Sodio Alta Pressione con le più recenti sorgenti LED, viene oggi considerata dal Committente anche per motivi economico-gestionali.

Infine, sempre nell'ambito delle motivazioni del "passaggio alla soluzione LED" descritta nel seguito, si fanno le seguenti ulteriori considerazioni:

- la normativa adottata a riferimento nel progetto degli impianti esistenti non è più in vigore. La CIE 88/90 oggi è stata sostituita, in Italia, dalla UNI 11095:2011 e la UNI 10439 è stata sostituita dalla UNI 11248 (versione 2016) e UNI 13201-2 (versione 2016)
- i valori di luminanza agli imbocchi non risultano supportati da un'analisi di dettaglio pertanto la loro idoneità non è verificabile. Tuttavia, da una prima analisi, si deduce che essi risultano eccessivi
- la distanza di arresto assunta, pari a 60m, considerando la pendenza dei tratti di ingresso, risulta sottostimata (vedi prospetto A.1 della Norma UNI 11095:2011)

- l'illuminazione di emergenza non rispetta i dettami della UNI 11095:2011
- i valori di uniformità non risultano indicati nei calcoli illuminotecnici di progetto
- il coefficiente medio di luminanza del manto stradale assunto nei calcoli illuminotecnici ( $Q_0=0,07$ ) non è più rispondente alle prescrizioni normative attuali ( $Q_0=0,056$ )
- i livelli di luminanza sul rinforzo sono significativamente inferiori a quelli di progetto
- la tecnologia SAP è oggi superata dalla tecnologia LED. Tutti i principali produttori di apparecchi illuminanti oramai hanno concentrato le loro ricerche nello sviluppo di apparecchi sempre più performanti che vedono l'uso del LED; ciò in quanto la soluzione LED consente di avere sia dei risparmi energetici che una riduzione degli oneri manutentivi con conseguenti minori oneri gestionali
- la sonda atta al monitoraggio delle condizioni di luminosità esterne, lato Sud, non è collocata secondo i dettami della Norma UNI 11095 (vedi punto 5.6 della Norma)

## 7. NUOVO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA

### 7.1 GENERALITÀ

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
- deve essere congegnato in modo da evitare l'effetto flicker (fenomeno ben noto al guidatore allorché i centri luminosi appaiono e scompaiono dal suo campo visivo con una frequenza tale da generare notevole fastidio)

Il presente progetto prevede i seguenti sistemi di illuminazione:

- Illuminazione permanente (o di base) a servizio dell'intero sviluppo dei tunnel. Nel caso specifico metà dell'illuminazione di base sarà alimentata, in caso di mancanza della rete ENEL ed in attesa dell'avviamento del GE, da un gruppo CPS/UPS in continuità assoluta (ovvero metà dell'illuminazione di base avrà anche la funzione di illuminazione di emergenza)
- Illuminazione di rinforzo in ingresso a servizio del tratto di entrata e del tratto di transizione del tunnel. Tale sistema sarà normalmente alimentato solo dalla rete ENEL. Qualora necessario, in caso di incendio si potrà valutare l'opportunità o la necessità di disattivare tale impianto tramite un comando da supervisione

L'impianto di illuminazione a servizio delle gallerie rispetta le indicazioni contenute nella norma UNI 11095/2019 e quanto previsto nel DM del 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali" (GU n.295 del 20-12-2005).

La Norma UNI sopra citata suddivide lo sviluppo longitudinale della galleria in sei zone (o tratti), caratterizzate da differenti requisiti in termini di luminanza in funzione del progressivo adattamento dell'occhio umano allo stato d'illuminazione della galleria.

Tali zone sono denominate:

- **zona di accesso:** è costituita dal tratto di strada immediatamente precedente l'ingresso della galleria. 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. Diversi fattori influenzano la visibilità della strada entro il tunnel per un automobilista in fase di avvicinamento; tra essi l'illuminazione insufficiente nel tratto di soglia che impedisce l'individuazione di ostacoli e l'abbagliamento velante della luce esterna che riduce il contrasto degli eventuali oggetti sulla superficie stradale.



- 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 massima velocità prevista e non deve risultare inferiore alla distanza d'arresto
- zona di transizione: 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 massima velocità ammissibile e dalla differenza fra il livello di luminanza al termine della zona di soglia ed il livello di luminanza della zona interna
- zona interna: l'illuminazione è generalmente mantenuta ad un valore costante per tutta la lunghezza
- zona di uscita: 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: zona di strada all'aperto dopo la sezione di uscita

Per quanto concerne dati di progetto, definizione delle categorie illuminotecniche e risultati di calcolo si rinvia alla "Relazione di calcolo illuminotecnico" facente parte del progetto.

Qui si intende solo precisare che per il calcolo del livello di luminanza iniziale del tratto di soglia si è fatto riferimento alla condizione di cielo sereno e manto stradale asciutto. Tale circostanza infatti, viene considerata prevalente (ovvero presente per almeno 75 h/anno anche non consecutive) ed è stata valutata ai fini del calcolo della luminanza di soglia in quanto comporta i valori di luminanza di velo più elevati.

Inoltre si precisa che la collocazione degli apparecchi illuminanti rispecchia la posizione degli apparecchi illuminanti esistenti.

## 7.2 ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN INGRESSO

Nella zona di accesso di un tunnel, un automobilista deve essere in grado di individuare all'interno del tunnel stesso un eventuale ostacolo posto ad una distanza non inferiore a quella di progetto illuminotecnico. Diversi fattori influenzano la visibilità della strada per un automobilista in fase di avvicinamento ad una galleria; tra essi l'illuminazione artificiale nel tratto di soglia che, qualora risultasse inadeguata, non consente l'individuazione degli eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata in tempo utile per intervenire sulla condotta di guida. 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 della galleria con valori di luminanza ed un andamento rispondenti ai dettami della Norma UNI 11095, secondo quanto previsto nel Decreto 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali".

Nel caso di cui trattasi per stabilire la distanza di progetto illuminotecnico e quindi la lunghezza della zona di entrata si è fatto riferimento al diagramma B.1 della Norma UNI 11095 considerando, secondo la metodologia indicata nel Decreto 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali", i valori della velocità di progetto (70+10=80km/h) ed i valori di pendenza longitudinale caratterizzanti il tracciato stradale nella zona di accesso al tunnel.

### 7.2.1 APPARECCHI ILLUMINANTI PER IL RINFORZO IN INGRESSO

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  $\geq 70$ ;
- 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	$\leq 385\text{ W}$	$\geq 53.760\text{ lm}$	$\geq 139$	21 kg
TIPO 2	673 mA	$\leq 230\text{ W}$	$\geq 30.240\text{ lm}$	$\geq 131$	14 kg
TIPO 3	673 mA	$\leq 114\text{ W}$	$\geq 15.120\text{ lm}$	$\geq 132$	7 kg
TIPO 4	673 mA	$\leq 58\text{ W}$	$\geq 7.641\text{ lm}$	$\geq 131$	7 kg
TIPO 5	505 mA	$\leq 32\text{ W}$	$\geq 4.285\text{ lm}$	$\geq 133$	7 kg
TIPO 6	288 mA	$\leq 19\text{ W}$	$\geq 2.571\text{ lm}$	$\geq 135$	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 mm<sup>2</sup> (lunghezza massima 1,5 m) e di spina CEE 2P+T 16A 230V - IP66 per il collegamento rapido presa predisposta nella cassetta di derivazione.

### 7.2.2 CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN INGRESSO

I cavi che costituiscono le dorsali di alimentazione della rete RI e da cui sono derivati i singoli corpi illuminanti, saranno derivati dal quadro elettrico Q\_BT collocato nella cabina elettrica.

Essi, per un primo breve tratto esterno, saranno collocati all'interno di tubazioni interrate mentre nel secondo tratto saranno posati all'interno delle canalizzazioni portacavi esistenti staffate in volta (sede non protetta).

I cavi, siano essi di dorsale che terminali, saranno di tipo FG18(O)M16- 0,6/1kV, a Norma CPR classe B2ca-s1a,d1,a1.

Per ogni rinforzo in ingresso sono previsti quattro circuiti indipendenti (due per ogni fila), in modo tale da garantire un'adeguata regolazione dell'impianto e da contenere il disservizio in caso di un eventuale guasto su una delle dorsali di alimentazione.

## 7.3 ILLUMINAZIONE PERMANENTE ORDINARIA E DI EMERGENZA

L'illuminazione permanente deve garantire una luminanza del piano stradale caratterizzata da livelli ed uniformità tali da consentire il transito nei tunnel in piena sicurezza, evitando fenomeni di abbagliamento.

L'illuminazione interna (permanente o di base) garantirà un valore minimo di luminanza media superiore a 3 cd/m<sup>2</sup> durante il giorno e di almeno 1cd/m<sup>2</sup> durante le ore notturne.

Inoltre, in assenza di alimentazione elettrica ordinaria, sarà garantito, in continuità assoluta, un livello di luminanza pari ad almeno 1cd/m<sup>2</sup>.

In tutte le zone della galleria devono essere garantiti i requisiti illuminotecnici indicati dalla UNI 11095:2019 in termini di luminanza sul manto stradale e sulle pareti, uniformità e di limitazione di abbagliamento.

### 7.3.1 APPARECCHI ILLUMINANTI PER L'ILLUMINAZIONE DI BASE

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  $\geq 70$ ;
- 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 due tipologie di corpi illuminanti:

TIPO APPARECCHIO	CORRENTE PILOTAGGIO	POTENZA TOTALE APPARECCHIO	FLUSSO EMESSO APPARECCHIO	EFFICIENZA APPARECCHIO	PESO
TIPO 1	505 mA	$\leq 32\text{ W}$	$\geq 4.285$	$\geq 133$	7 kg
TIPO 2	673 mA	$\leq 58\text{ W}$	$\geq 7.641$	$\geq 131$	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 mm<sup>2</sup> (lunghezza massima 1,5 m) e di spina CEE 2P+T 16A 230V - IP66 per il collegamento rapido presa predisposta nella cassetta di derivazione.

### 7.3.2 CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE PERMANENTE

I cavi di dorsale dei circuiti relativi all'illuminazione permanente ordinaria e di emergenza saranno derivati dal quadro elettrico di cabina Q\_BT.

Essi, per un primo breve tratto esterno, saranno collocati all'interno di tubazioni interrato mentre nel secondo tratto saranno posati all'interno delle canalizzazioni esistenti staffate in volta (sede non protetta).

Alla rete PO afferisce il 50% degli apparecchi illuminanti installati per l'illuminazione permanente il restante 50% afferisce invece alla rete PE.

La rete PO sarà alimentata dalla rete ENEL e dal GE mentre la rete PE risulterà alimentata in continuità assoluta tramite CPS/UPS, avente autonomia pari a 60', con ricalzo dal GE.

Gli apparecchi afferenti alle due reti, PO e PE, saranno derivati, alternativamente, dai suddetti circuiti di dorsale tramite idonee cassette già descritte in precedenza.

I cavi della rete PO, qualunque sia la loro modalità di posa, saranno di tipo FG18(O)M16- 0,6/1kV, a Norma CPR classe B2ca-s1a,d1,a1.

I cavi della rete PE, poiché collocati in sede non protetta (posa in canalina), saranno costituiti da cavi resistenti al fuoco tipo FTG10(O)M1-0,6/1kV a Norma CEI 20-45.

Al fine di garantire all'impianto di illuminazione una buona affidabilità, anche a fronte di un primo guasto, per ciascun settore di tunnel, avente lunghezza pari a circa 300m, sono previsti due circuiti distinti per ogni fila di lampade: un circuito per l'illuminazione permanente ordinaria o normale (PO) ed un circuito per l'illuminazione permanente di emergenza (PE).

### 7.4 GESTIONE DELL'ILLUMINAZIONE PERMANENTE E DI RINFORZO

Il sistema di controllo dei corpi illuminanti di galleria sarà caratterizzato da elementi di comando/controllo comunicati tramite una rete radio (in banda 2.4 GHz, protocollo IEEE 802.15.4), costituito dai seguenti principali apparati:

- centraline di controllo/gestione (gateway), ad onde radio, così caratterizzata:
  - ✓ alimentatore 230/24Vdc – 45W
  - ✓ porta Ethernet
  - ✓ porta RS 485 per collegamento ad antenna esterna
  - ✓ ingressi I/O
  - ✓ Le centraline hanno la funzione di modulo concentratore dei dati da/per il campo e di gateway verso il sistema di controllo del tunnel (PLC/SCADA) comunicanti tramite rete Ethernet verso il PLC/SCADA di telecontrollo
- moduli di comando/controllo, posti all'interno di ciascun apparecchio illuminante da controllare ovvero in cassette metalliche dedicate (solo qualora non sia possibile alloggiarlo all'interno dell'apparecchio illuminante), completi di specifica antenna radio (2,4 GHz) per la trasmissione verso le antenne esterne e di uscita DALI per la comunicazione verso l'apparecchio illuminante: Altre caratteristiche:
  - ✓ ingresso/uscita per alimentazione 230Vac
  - ✓ relè per spegnimento driver apparecchio illuminante
  - ✓ connettore per antenna radio
  - ✓ uscita DALI
  - ✓ dimensioni indicative: 110x60x30mmIn caso di mancanza della comunicazione del modulo con la centralina (o in caso di malfunzionamento di quest'ultima) il modulo stesso può impostare l'apparecchio illuminante relativo in uno "stato di emergenza pre-impostato" (tipicamente al 100%)
- antenna (2,4 GHz), installata all'interno del tunnel (all'altezza della sezione della sovrastante cabina elettrica esterna), collegata con cavo seriale RS485 (lunghezza massima 1 km) alla centralina di controllo e comunicante, tramite radiodiffusione, verso i moduli distribuiti di comando/controllo degli apparecchi illuminanti.
- sonde di luminanza collocate agli imbocchi possibilmente alla distanza di progetto illuminotecnico (vedi paragrafo specifico nel seguito)

La tecnologia trasmissiva su onde radio permetterà la trasmissione di tutte le informazioni alle suddette centraline (gateway) e da queste al PLC/SCADA, tramite la rete dati LAN ethernet di cabina con protocollo Modbus TCP/IP. Il PLC sarà responsabile dell'implementazione della logica di gestione dell'illuminazione basata sui segnali delle sonde, su base oraria o in seguito ad altro evento.

Attraverso la rete Modbus TCP/IP il PLC invia alla centralina i comandi di dimmerazione propri dei gruppi della galleria (tipicamente permanenti e rinforzi), la quale sarà responsabile di diffondere, attraverso la sua antenna radio 2.4 GHz, i comandi via wireless ai moduli per la dimmerazione delle lampade.

Allo stesso tempo, le teleletture dei corpi illuminanti seguiranno il percorso inverso ovvero verranno trasmesse via wireless lungo l'asse della galleria sfruttando la rete radio wireless, dai moduli fino alle antenne esterne connesse via RS485 alla centralina: Quest'ultima dirigerà le informazioni al PLC attraverso la rete Modbus TCP/IP.

Le principali informazioni/funzioni che si potranno raccogliere e gestire, attraverso la comunicazione tra i moduli radio installati presso gli apparecchi illuminanti e la centralina, saranno:

- anomalie apparecchi illuminanti;
- gestione delle accensioni e delle regolazioni in funzione dell'orario, del segnale dalla sonda esterna, ecc.;
- regolazione, anche distinte, per i diversi punti luce, eventualmente suddivisi per gruppi;
- lettura dell'assorbimento istantaneo e della temperatura interna degli apparecchi illuminanti;
- lettura delle ore di funzionamento degli apparecchi illuminanti.

Il sistema di controllo dell'illuminazione, conformemente alle indicazioni della norma UNI 11095, dovrà garantire le seguenti principali regolazioni automatiche:

- circuiti di illuminazione permanente:
  - ✓ in orario diurno, funzionamento al 100%
  - ✓ in orario notturno, riduzione (come previsto nella relazione di calcolo degli impianti di illuminazione) in modo da garantire comunque  $L \geq 1 \text{ cd/mq}$  – ovvero rispettando quanto prescritto al punto 8.2 della norma UNI 11095
  - ✓ configurazione differenziata (per gruppi) degli apparecchi illuminanti di permanente: gli apparecchi situati nella zona interna (quindi non nelle zone di rinforzo) e nelle piazzole di sosta devono essere configurati in modo specifico, ovvero con livello di dimming diverso dal 100% (vedi elaborato specifico)
  - ✓ in caso di evento forzatura al 100% del livello di dimmerazione

Più precisamente, per l'illuminazione permanente si propongono i diversi regimi di funzionamento,

evidenziati in tabella seguente:

TIPO REGIME	FASCIA ORARIA	LUMINANZA IN CARREGGIATA	ORE/ANNO
Regime diurno	Dall'alba al tramonto (*)	3 cd/m <sup>2</sup> – 100%	4.233,5
Regime notturno – Prima attenuazione	Dal tramonto alle 22:00 Dalle 6:00 all'alba	2 cd/m <sup>2</sup> – 70%	1.943
Regime notturno – Seconda attenuazione	Dalle 22:00 alle 6:00	1,5 cd/m <sup>2</sup> – 50%	2.583,5

Note:

(\*) definiti da orologio astronomico e con durata alba e tramonto assunta pari a 0,5 h

Le fasce orarie indicate in tabella dovranno essere comunque condivise con il Committente in fase esecutiva dei lavori.

- circuiti di illuminazione di rinforzo:
  - ✓ in orario diurno, regolazione (range 15÷100%) in rapporto al segnale proveniente dalla sonda di luminanza all'imbocco
  - ✓ in orario notturno, spegnimento apparecchi
  - ✓ in caso di evento forzatura al 100% del livello di dimmerazione

Infine, qualora per emergenza/manutenzione risulti necessario “forzare” alla piena efficienza i circuiti di illuminazione, di uno specifico circuito, l'azione sarà automaticamente attivabile tramite PLC o manualmente tramite il sistema di telecontrollo opportunamente predisposto.

#### 7.4.1 SENSORE DI LUMINANZA AGLI IMBOCCHI

Il sensore di luminanza è costituito da un rilevatore ottico esterno, posto ad una distanza prossima a quella di progetto illuminotecnico, che rileva la luminanza di velo equivalente della zona di imbocco compresa entro un determinato angolo visivo all'esterno di una galleria e di generare un segnale elettrico (segnale analogico) proporzionale a tale luminanza. Esso impiega un elemento fotosensibile avente una caratteristica di sensibilità spettrale coincidente con quella dell'occhio umano. Il sensore è contenuto in una custodia in pressofusione di alluminio mentre l'elemento fotosensibile è alloggiato all'interno del dispositivo ottico a cannocchiale, montato sopra la custodia stessa. Il cannocchiale sarà orientabile nelle diverse direzioni, in modo da rilevare la luminanza del campo di osservazione entro un angolo conico di 20°, che comprende l'imbocco della galleria.

Il sensore di luminanza, congiuntamente al sistema di automazione e controllo di galleria (PLC), consente di monitorare continuamente il livello di luminanza della zona di accesso esterna al tunnel e di stabilire, conseguentemente, il livello di luminanza nel tratto di ingresso della galleria tramite un'adeguata procedura che prevede sia l'accensione e lo spegnimento dei diversi apparecchi illuminanti sia la regolazione della loro corrente di pilotaggio.

Il sistema misura la luminanza di velo (cd/m<sup>2</sup>), secondo le prescrizioni della norma UNI 11095 e la converte in un segnale in corrente 4÷20mA che sarà trasmesso al sistema di automazione tramite un cavo schermato. La sonda è costituita dai seguenti principali componenti:

- sonda luminanza di velo;
- staffa con snodo per il fissaggio
- riscaldatore;
- alimentatore 240 Vac/24 Vdc – 15W e convertitore segnale analogico 4÷20 mA / RS 485 in box dedicato

Le caratteristiche tecniche della sonda luminanza di velo si possono così elencare:

- tensione di alimentazione: 24Vdc
- assorbimento: 12W (con riscaldatore)
- segnale d'uscita: 4÷20 mA
- sensore: Fotodiodo al silicio



- campo spettrale: Curva V ( $\lambda$ )
- campo di rilevazione:  $0 \div 5000 \text{ cd/m}^2$
- temperatura d'esercizio:  $-20 \div 60 \text{ }^\circ\text{C}$
- grado di protezione: IP 67
- Peso complessivo custodia + sonda: 3,4 Kg
- sicurezza EN 61010-1
- EMC: EN 61000-6-2:2005; EN 61000-4-2; EN 61000-4-3; EN 61000-4-4; EN 61000-4-6; EN 61000-6-3:2007; EN 55022:2007; IEC/ CISPR22
- Conforme alla Direttiva bassa tensione 2006/95/CE e alla direttiva 2004/108/EC

Le sonde devono essere collocate (su palo a Sud o staffata a muro a Nord) ad un'altezza di circa 5 m in modo da non essere influenzate dal traffico pesante e devono essere puntate sulla mezzeria della sezione di entrata a 1,5 m dal piano carreggiata.

## **8. IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA BT**

### **8.1 ADEGUAMENTO QUADRO ELETTRICO DI CABINA**

Il quadro di cabina QBT6, oggi utilizzati per l'alimentazione degli attuali impianti di illuminazione (oltre a vari servizi ausiliari non oggetto di intervento) deve essere adeguato al fine di renderlo compatibile con le future esigenze di impianto. Più precisamente il lavoro di cui trattasi contempla i seguenti interventi principali:

- rimozione contattori di potenza sui circuiti luce permanente
- rimozione interruttori magnetotermici asserviti a regolatori di flusso esistenti
- rimozione interruttori asserviti a sonde illuminamento attuali
- aggiunta di n.2 interruttori magnetotermici differenziali per alimentare altrettanti circuiti luce permanente di emergenza aggiuntivi
- sostituzione di n.4 interruttori magnetotermici differenziali esistenti asserviti ai circuiti luce di rinforzo con nuovi interruttori magnetotermici differenziali di taglia adeguata alla futura configurazione di impianto

### **8.2 SOSTITUZIONE UPS ATTUALE CON NUOVI CPS**

Le macchine UPS 1 attuali (potenza 15 kVA) con le relative batterie non sono più adeguati alle future esigenze di impianto in termini di potenza.

Pertanto in ciascuna cabina MT/BT si prevede la loro sostituzione con nuove macchine CPS (a Norma CEI EN 50171) aventi le seguenti caratteristiche:

- potenza apparente alimentabile: 20 kVA
- potenza attiva nominale: 18 kW
- autonomia 60 minuti (a fine vita)
- batterie ermetiche al piombo ridondanti a lunga durata (10 anni)
- tensione ingresso trifase 400V.  $\pm 20\%$
- frequenza ingresso (configurabile) 50 / 60 Hz
- fattore di potenza a monte raddrizzatore  $> 0,99$
- distorsione armonica della corrente ingresso THDI  $\leq 3\%$
- tensione uscita trifase 400 V
- frequenza nominale 50/60 Hz
- livello acustico  $< 48\text{dB}$  a 1 m
- grado di protezione IP20
- Backfeed protection
- contatti puliti per la segnalazione a distanza di allarmi, stati di funzionamento
- interfacce di comunicazione su reti LAN, RS232, RS485
- armadio di contenimento CPS e batterie

Il gruppo CPS, alimentato in derivazione dal quadro generale QBT...., della cabina lato Valdagno del tunnel "ValdagnoSchioPass" in caso di "black-out", conseguente a mancanza della rete dell'Ente Distributore ed in attesa dell'entrata in funzione del Gruppo Elettrogeno, sarà in grado di garantire l'alimentazione in Continuità Assoluta (CA) dei seguenti impianti:

- impianti speciali di sicurezza esistenti a servizio della galleria: semafori, cartelli luminosi, impianto radio, impianto di automazione, quadri nicchia, ecc.
- metà dei nuovi circuiti dell'illuminazione permanente (rete PE)

### 8.3 RETE (BT) DI DISTRIBUZIONE PRINCIPALE

Viene qui brevemente descritta la struttura delle reti BT di distribuzione principale, derivate dal quadro di cabina adeguato come sopra descritto, per l'alimentazione degli apparecchi illuminanti in galleria tipicamente secondo una configurazione dorso-radiale.

Si ritiene innanzitutto opportuno far osservare come le reti elettriche di distribuzione, siano esse principali o terminali, si possano suddividere, per quanto di interesse nel caso di cui trattasi, in due classi fondamentali:

- reti ordinarie: costituite essenzialmente dai circuiti relativi agli impianti di illuminazione permanente ordinaria (PO) e di rinforzo (RI) e da quota parte dei servizi ausiliari di cabina/galleria. Tali reti, in caso di emergenza (mancanza rete, incidente o incendio all'interno del tunnel), possono accettare il conseguente disservizio;
- reti di sicurezza in Continuità Assoluta (CA): costituite dai circuiti relativi agli impianti di illuminazione permanente di emergenza (PE) e dagli impianti speciali di galleria quali i PMV, i PLC dell'impianto di automazione, l'impianto SOS, le telecamere, ecc..... Tali reti, in caso di emergenza (mancanza rete, incidente o incendio all'interno del tunnel), devono funzionare con continuità senza alcuna interruzione del loro servizio in modo da assicurare un adeguato livello di sicurezza ai fruitori dell'opera. Ne consegue che esse, oltre ad essere alimentate dal sistema di alimentazione in continuità assoluta (CPS) con ricalzo dai sistemi di alimentazione ausiliaria (GE), saranno realizzate impiegando componenti e/o adottando modalità esecutive tali da risultare immuni rispetto gli effetti di un eventuale incendio (ovvero idonei a resistere alle alte temperature)

Le linee di distribuzione principale, di interesse nel caso di cui trattasi, saranno così caratterizzate:

- le dorsali principali relative agli impianti di illuminazione ordinaria (impianti PO e RI, sonde) saranno costituite da cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici e assenza di gas corrosivi, tipo FG18(O)M16 0,6/1 kV a Norma CPR classe B2ca-s1a,d1,a1.
- le dorsali principali relative agli impianti di illuminazione di emergenza (impianti PE) saranno costituite da cavi resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici e assenza di gas corrosivi, tipo FTG10(O)M1 0,6/1 kV (a norme CEI 20-45, CEI 20-36, CEI 20-35, CEI 20-22 III, CEI 20-37 e CEI 20-38).
- le dorsali principali relative ad impianti di cabina saranno costituite da cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici e assenza di gas corrosivi, tipo FG16(O)R16 0,6/1 kV a Norma CPR classe Cca - s3, d1, a3

Altri aspetti significativi relativi alle linee di distribuzione principale si possono così riassumere:

- tutti i cavi, ad eccezione del breve tratto esterno di collegamento interrato tra cabina ed ingresso tunnel, saranno posati direttamente in canalina.
- relativamente all'impianto di illuminazione, per ogni settore di tunnel, avente lunghezza di circa 300m, si prevedono due circuiti di illuminazione permanente (reti PO e PE) per ogni fila di lampade, uno dei quali costituisce il circuito di emergenza in continuità assoluta. Per ogni rinforzo (reti RI) di ingresso si prevedono quattro circuiti distinti (due per ogni fila di lampade)
- ovunque le tubazioni e le passerelle saranno dimensionate garantendo un'adeguata riserva di spazio;
- i circuiti di alimentazione delle diverse utenze sono stati dimensionati in modo da garantire sia una caduta di tensione massima inferiore al 4% (5% per i circuiti di illuminazione) sia il coordinamento con i dispositivi di protezione.
- all'interno del tunnel saranno utilizzate le passerelle esistenti in acciaio zincato a caldo dopo la lavorazione, salvo diversa ed esplicita indicazione negli elaborati grafici di progetto.
- all'esterno del tunnel saranno utilizzate i cavidotti esistenti previa rimozione dei cavi attualmente asserviti agli impianti di illuminazione (salvo diversa indicazione puntuale evidenziata negli elaborati di progetto).

Le dorsali sopra descritte si attesteranno ai nodi di attestazione e/o derivazione che saranno, a seconda delle modalità esecutive, così costituiti:

- per i nodi di derivazione terminale relativi agli apparecchi di illuminazione ordinaria (impianti PO e RI) da dorsali in cavo unipolare saranno impiegate cassette in tecnopolimero rinforzato, a perforazione di isolante, aventi grado di protezione minimo IP66 ed un grado di resistenza agli urti pari almeno a IK10. Le cassette saranno staffate alle canalizzazioni in acciaio inox AISI 304. Esse saranno complete di presa

2P+T da 16A per la derivazione terminale al singolo corpo illuminante ed equipaggiate di un fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione terminale non si ripercuota sulla dorsale elettrica.

- per i nodi di derivazione terminale relativi agli apparecchi di illuminazione ordinaria (impianti PO e RI) da dorsali in cavo multipolare saranno impiegate cassette in resina termoindurente, complete di morsettiera, aventi grado di protezione minimo IP66 ed un grado di resistenza agli urti pari almeno a IK10. Le cassette saranno staffate alle canalizzazioni in acciaio inox AISI 304. Esse saranno complete di presa 2P+T da 16A per la derivazione terminale al singolo corpo illuminante ed equipaggiate di un fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione terminale non si ripercuota sulla dorsale elettrica.
- per i nodi di derivazione terminale relativi agli apparecchi di illuminazione di emergenza (impianti PE) saranno impiegate cassette resistenti al fuoco (850°C – 90') in lega di alluminio, a perforazione di isolante, aventi grado di protezione minimo IP66 ed un grado di resistenza agli urti pari almeno a IK10. Le cassette saranno staffate alle canalizzazioni in acciaio inox AISI 304. Esse saranno complete di presa 2P+T da 16A per la derivazione terminale al singolo corpo illuminante. La derivazione sarà protetta con fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione terminale non si ripercuota sulla dorsale elettrica.

Le cassette in ogni caso dovranno essere complete di accessori di fissaggio alle canaline portacavi esistenti.

## 8.4 RETE BT DI DISTRIBUZIONE TERMINALE

Per distribuzione terminale si intende la sezione di rete derivata a valle delle cassette o muffole descritte al paragrafo precedente fino al punto di alimentazione dell'apparecchiatura in campo (corpo illuminante).

Nel caso di cui trattasi (alimentazione di apparecchi illuminanti), il circuito terminale, sarà costituito dal cavo tipo FG18(O)M16 2x1,5 mm<sup>2</sup> completo di spina CEE 2P+T 16A 230V - IP66 per il collegamento rapido presa alla cassetta di derivazione di cui risulta già equipaggiato l'apparecchio illuminante.

## 9. INTEGRAZIONE DEL SISTEMA DI CONTROLLO E DI SUPERVISIONE

### 9.1 GENERALITA'

In seguito al rifacimento dell'impianto di illuminazione dovrà essere conseguentemente adeguato anche il sistema di controllo (PLC e unità I/O) e di supervisione (SCADA) attualmente esistente a servizio della galleria.

L'architettura dell'attuale impianto di automazione e di supervisione, peraltro di recente realizzazione, oltre ai diversi sensori ed attuatori (livello 0 di campo) facenti parte dei diversi sottosistemi monitorati, prevede i seguenti elementi tipici:

- unità remote I/O (interfaccia tra livello 0 e 1); contenute all'interno di armadi dedicati (in cabina e in galleria in corrispondenza di talune piazzole di sosta) o entro l'armadio PLC (per la I/O di palazzina).
- unità PLC: sono presenti due unità PLC in configurazione ridondata "Hot Stand-BY (HSBY)", complete di scheda CPU, scheda alimentatore e scheda di rete, licenza SW, collocati nell'edificio "Palazzina"
- postazioni di supervisione (livello 2): in corrispondenza del locale di controllo collocato nell'edificio "Palazzina" sono presenti due stazioni Server SCADA di supervisione in configurazione ridondata, ciascuna costituita da Personal Computer (PC tipo Workstation) e connessa al sistema di controllo PLC tramite collegamenti Ethernet allo switch LAN dell'edificio "Palazzina". Ciascun PC consente, tramite un numero adeguato di pagine grafiche, la visualizzazione in tempo reale di tutti i segnali e di tutti i comandi gestiti al fine di garantire la totale gestione ordinaria, in emergenza e durante le operazioni di manutenzione. Per ciascun tipo di impianto (illuminazione, ventilazione, quadri elettrici, ...) è prevista almeno una pagina grafica dedicata con evidenziate le relative grandezze significative.

Le postazioni sono complete di tutte le licenze software necessarie: la licenza SW relativa al sistema operativo Windows di più recente generazione, la licenza relativa al software di DataBase (es. Microsoft Access o equivalente) e la licenza SW SCADA di tipo Server adeguata per la gestione di fino a 5.000 punti controllati.

Il sistema risulta inoltre completo di una postazione Client SCADA. Su tale postazione è stato implementato un programma di supervisione, di tipo Client, che ricalca le medesime schermate del Server SCADA in modo di garantire, tramite questo Client, il controllo completo dei tunnel. La postazione Client è completa di hardware e di licenze SW (SCADA Client e sistema operativo e database).

Per la comunicazione tra le unità PLC con le unità I/O remote in galleria è presente una rete ethernet LAN di galleria in fibra ottica, con topologia ad anello, protocollo Modbus TCP/IP, dedicata all'impianto di automazione/supervisione. Tale rete non sarà oggetto di modifica nel presente intervento

Nel seguito vengono riportate in sintesi le diverse lavorazioni previste sul sistema di controllo e di supervisione esistente. Per ulteriori dettagli si rinvia agli elaborati grafici ed alle voci di elenco facenti parte del progetto.

## 9.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI INTEGRAZIONE

Col presente intervento il sistema di controllo e di supervisione si troverà gestire i seguenti sistemi aggiuntivi:

- apparecchi illuminanti completi di modulo di comunicazione ad onde radio
- centraline di gestione impianto di illuminazione
- segnali I/O dal/al quadro di cabina QBT6
- CPS

Si precisa che nel documento di progetto "Tabella elenco punti controllati", si riporta l'elenco aggiornato dei punti controllati dal sistema evidenziando le modifiche rispetto allo stato attuale.

L'intervento di integrazione prevede le seguenti lavorazioni principali:

### Sistema di controllo (Unità I/O e PLC):

- unità remote I/O: da un punto di vista HW le due unità I/O di cabina risultano già predisposte per gestire i segnali I/O che si aggiungono col presente intervento. Pertanto sarà sufficiente attestare i nuovi cavi di segnali ai dispositivi I/O già presenti negli armadi I/O di cabina.
- aggiunta di n.2 convertitori RS/4-20mA per la gestione dei segnali provenienti dalle due sonde di luminanza
- Unità PLC: si prevede un'integrazione del SW di automazione per l'implementazione delle logiche e degli algoritmi per la gestione dei nuovi impianti di illuminazione della galleria.

### Sistema di supervisione (SCADA):

Si prevede la modifica alla programmazione SW delle postazioni di supervisione (Server e Client) esistenti. Il sistema di supervisione (SCADA) si dovrà interfacciarsi sia alle unità PLC che alla centralina di gestione illuminazione tramite rete Ethernet, per la lettura e lo scambio di parametri, stati e comandi del sistema ad onde radio di gestione dell'impianto di illuminazione a LED che verrà realizzato.

In dettaglio: il server SCADA comunicherà con il PLC di gestione per l'invio di comandi, l'impostazione/lettura dei parametri di regolazione dell'illuminazione, la lettura degli stati dei nuovi componenti installati (nuove linee BT di illuminazione, stati/comandi di teleruttori, stato dei nuovi dispositivi installati come ad es. UPS) tramite comunicazione già in essere (Modbus TCP-IP).

Il sistema SCADA comunicherà inoltre, tramite comunicazione standard (Modbus TCP-IP), direttamente con la centralina di gestione del sistema d'illuminazione che funge da concentratore di dati del sistema stesso.

Dovranno essere inoltre modificate le attuali pagine di visualizzazione sia dell'impianto di illuminazione, che degli schemi elettrici a seguito dell'introduzione di nuovi circuiti di illuminazione; verranno gestiti i dati dei nuovi CPS che saranno installati nonché rimosse le informazioni dei componenti che verranno dismessi (regolatori di flusso di illuminazione e loro circuiti a corredo)

Verranno create nuove pagine per la visualizzazione dei nuovi componenti prevedendo pagine di dettaglio per ogni singola lampada, oltre alle tutte le pagine e funzionalità che si renderanno necessarie al fine di fornire un lavoro a regola d'arte.

L'intervento prevede infine:

- potenziamento delle due licenze SW SCADA Server attuale fino a 8.000 punti
- potenziamento licenza SW SACADA Client attuale fino a 8.000 punti
- corso di formazione del personale (durata corso di due giornate)
- test e collaudo in loco
- manuale d'uso in lingua italiana

## **10. DESCRIZIONE DELLE FASI DI INTERVENTO, OPERE PROVVISORIALI E RIMOZIONI**

### **10.1 GENERALITA'**

Nel presente capitolo viene proposta una possibile sequenza esecutiva degli interventi previsti in Appalto sviluppata in modo tale da minimizzare sia gli inevitabili disagi all'utenza sia i disservizi nell'erogazione dell'energia elettrica e nel funzionamento dei sistemi di sicurezza.

La definizione delle lavorazioni previste nel presente progetto è stata condotta anche attraverso rilievi puntuali, eseguiti in campo con lo scopo di conoscere lo stato di fatto degli impianti e fissare in tal modo le condizioni al contorno entro le quali si inserisce il presente intervento di adeguamento.

Tuttavia, poiché lo stato degli impianti risulta oggetto di possibili modifiche ed integrazioni successive alla data dei rilievi per effetto di lavori di manutenzione, ordinaria o straordinaria, o in seguito ad altri interventi risulta necessario procedere preliminarmente, ovvero prima di iniziare i lavori, con:

- definizione delle zone oggetto di intervento
- l'identificazione, la verifica e la pulizia dei pozzetti esistenti coinvolti nelle vie cavi da utilizzare;
- presa visione e verifica puntuale dei percorsi delle condutture interrate e non esistenti;
- identificazione delle linee oggetto di modifica/integrazione/rimozione;
- identificazione dei quadri elettrici e le altre apparecchiature oggetto di modifica/integrazione/rimozione in cabina ed all'interno del tunnel
- identificazione di eventuali linee BT e di segnale asservite ad utenze non oggetto di modifica/integrazione/rimozione che dovranno essere comunque mantenute attive.
- se siano mutate le condizioni nel sito rispetto a quelle rilevate all'atto della progettazione;
- se siano mutati i vincoli (a livello di percorsi, occupazione di suoli, garanzie di accesso ad altri soggetti interni ed esterni al gestore, ecc.);
- se siano state fissate dal Committente/Gestore alcune "finestre" temporali per la realizzazione delle opere diverse da quelle ipotizzate in fase progettuale

Tutte le sopra elencate attività saranno a carico dell'impresa Appaltatrice dei lavori.

Oltre ai vincoli di natura esterna rispetto ai lavori oggetto dell'Appalto, si dovrà inoltre considerare che nella stessa area di intervento possono operare soggetti diversi che dovranno quindi concordare, preventivamente, ogni attività prevista. I soggetti coinvolti potranno essere:

- l'Impresa principale affidataria dei lavori oggetto del presente Appalto
- il Gestore dell'intera infrastruttura che potrebbe provvedere alla realizzazione, in diretta amministrazione o tramite propri tecnici, di alcune delle opere previste come propedeutiche/provvisionali
- eventuali imprese titolari del contratto di esecuzione dei lavori propedeutici/provvisionali che interferiscono, seppur parzialmente, con i lavori principali oggetto del presente Appalto (ad esempio Imprese incaricate alla pulizia preliminare dei luoghi di lavoro)
- eventuali imprese titolari di contratti di manutenzione impegnate nella realizzazione di opere che possono interferire con i lavori principali oggetto del presente Appalto

Durante l'esecuzione dei lavori potrebbero rendersi necessari degli interventi di natura propedeutica/provvisionale, non ipotizzabili nella presente fase di progetto. Essi hanno lo scopo di garantire, nelle diverse fasi di lavorazione, la continuità di servizio, seppur a livello degradato, delle sezioni di impianto ritenute essenziali al fine di garantire al traffico un livello di sicurezza adeguato.

Anche tali eventuali interventi di natura propedeutica/provvisionale saranno a carico dell'impresa Appaltatrice dei lavori.

### **10.2 INDIVIDUAZIONE E SEQUENZA DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI**

#### **10.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO**

In linea di principio, si possono individuare, le seguenti zone di intervento:

- interno galleria
- zona esterne: imbocco lato Nord ed imbocco lato Sud
- cabina esistente BT



### 10.2.2 SEQUENZA DELLE LAVORAZIONI

Si riporta nel seguito una possibile suddivisione per fasi dell'intervento precisando che essa costituisce soltanto una possibile sequenza operativa e che alcune fasi potranno essere realizzate contestualmente organizzando le varie lavorazioni con più squadre, rispetto a quanto ipotizzato in progetto:

1. installazione cantiere
2. rimozione degli apparecchi di rinforzo esistenti ai due imbocchi: a partire da questa fase la galleria rimane illuminata con la sola illuminazione permanente e tale condizione andrà segnalata con adeguata cartellonistica con messaggio all'utenza del tipo "Galleria non illuminata o "Galleria scarsamente illuminata"
3. rimozione delle linee e delle cassette esistenti BT asservite agli impianti di rinforzo: con questa operazione libero dello spazio all'interno dei cavidotti esistenti
4. tracciamento delle posizioni dei nuovi apparecchi (permanente e rinforzi). In questa fase, laddove la nuova posizione dei futuri corpi illuminanti di illuminazione permanente coincide con la posizione degli attuali apparecchi di permanente, si dovranno spostare questi ultimi al fine di consentire la successiva dei nuovi apparecchi
5. posa dei nuovi circuiti BT asserviti all'illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza) sia nel tratto interno del tunnel che nel tratto esterno cabina - imbocco
6. posa delle nuove cassette di derivazione per gli apparecchi di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza)
7. posa dei nuovi apparecchi di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza)
8. scavi, tubazioni e plinti per nuovi sensori di luminanza
9. adeguamento quadri ed apparecchiature di cabina (lato Schio e lato Valdagno) e contestuale attivazione del nuovo impianto di illuminazione permanente per "settori": al termine di questa fase l'impianto di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza) è garantito totalmente dai nuovi corpi illuminanti
10. rimozione degli apparecchi di illuminazione permanente esistenti
11. rimozione delle linee e cassette esistenti BT relative ai circuiti permanente esistenti
12. posa nuovi cavi BT per rinforzi e sonde di luminanza
13. posa nuove cassette per rinforzi
14. posa nuovi apparecchi per rinforzi
15. attivazione nuovi rinforzi: al termine di questa fase l'impianto di illuminazione di rinforzo è garantito dai nuovi corpi illuminanti
16. prove e collaudi
17. rimozione cantiere

Tale sequenza risulta dettagliata nel cronoprogramma dei lavori facente parte del progetto.

Nello stesso cronoprogramma trovano evidenza anche i seguenti aspetti:

- generalmente le lavorazioni all'interno della galleria si svolgeranno in orario notturno (dalle 22 alle 6) con chiusura parziale della stessa galleria ed apertura successiva al traffico durante le ore diurne (dalle 6 alle 22)
- alcune lavorazioni all'interno della galleria (ad esempio la posa dei nuovi cavi BT) si svolgeranno in orario notturno (dalle 22 alle 6) con chiusura totale della stessa galleria ed apertura successiva al traffico durante le ore diurne (dalle 6 alle 22)
- le lavorazioni all'interno delle cabine, comportando il fuori servizio completo degli impianti di illuminazione e di altri servizi ausiliari si svolgeranno anch'esse in orario notturno (dalle 22 alle 6) con chiusura totale della galleria ed apertura successiva al traffico durante le ore diurne (dalle 6 alle 22)
- il cronoprogramma evidenzia il numero di squadre ed operatori coinvolti nelle singole lavorazioni
- il cronoprogramma considera anche i tempi di approvvigionamento dei materiali

La chiusura parziale prevede il traffico a senso unico alternato lungo la sola attuale corsia in direzione Valdagno – Schio, con cadenza predefinita comunicata all'utenza che prevede intervalli di 1h (salvo diverso avviso del gestore).

Le chiusure totali vanno sempre concordate con il Committente e gestore dell'opera.

Resta inteso che il cronoprogramma, prima dell'inizio dei lavori, dovrà essere esaminato ed eventualmente aggiornato dall'Appaltatore sulla base della propria organizzazione.

### 10.3 PRECISAZIONI SULLE RIMOZIONI, SPOSTAMENTI E SUGLI SMALTELLAMENTI

Alcune apparecchiature elettromeccaniche attualmente presenti nelle cabine o all'interno del fornice del tunnel, risultando non più utilizzabili dal Gestore, dovranno essere smantellate e trasportate presso una discarica autorizzata.

Più precisamente le apparecchiature oggetto di smantellamento sono le seguenti:

- UPS di cabina e relative batterie
- cavi BT asserviti agli impianti di illuminazione esistenti oggetto di rifacimento col presente intervento
- tutti gli apparecchi illuminanti di galleria (rinforzo e permanente)
- cassette di derivazione
- altre apparecchiature di cabina che risultano esautorati col presente intervento (regolatori, centraline sonde luminanza, ecc.)
- sensori di illuminamento agli imbocchi
- altri impianti ausiliari che risultano esautorati col presente intervento

Resta comunque inteso che per ciascuna apparecchiatura il Committente si riserva di indicare, durante il corso dei lavori, una destinazione differente rispetto a quanto sopra riportato.

Per quanto concerne l'operazione di sostituzione di linea esistente da quadro esistente con nuova linea da derivare sempre dal medesimo quadro essa prevede i seguenti passaggi operativi:

- a. identificazione della linea oggetto di rimozione a partire dal relativo quadro di alimentazione con identificazione del relativo interruttore di protezione
- b. identificazione della nuova linea sostitutiva predisposta sino all'ingresso del quadro esistente
- c. apertura del relativo interruttore di protezione nel quadro esistente della linea esistente (inizio fuori servizio del circuito)
- d. distacco della linea esistente dalla morsettiera del quadro attuale
- e. eventuale sostituzione dell'interruttore di protezione (se indicato negli elaborati di progetto)
- f. collegamento della nuova linea alla morsettiera del quadro attuale eventualmente modificata/integrata
- g. chiusura del relativo dispositivo di protezione (fine fuori servizio del circuito)

Le rimozioni, gli smantellamenti e gli spostamenti sopra elencati dovranno essere eseguiti con modalità e tempi che dovranno essere di volta in volta concordati preventivamente con il Committente e/o con la Direzione Lavori.

## 11. ALLEGATI ALLA RELAZIONE

- Allegato 1 – Report delle misure illuminotecniche

## **ALLEGATO 1**

### **REPORT MISURE ILLUMINOTECNICHE**

## ILLUMINAZIONE PERMANENTE

CARREGGIATA CORSIA DI MARCIA	Progressiva [ m ]	1,15	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
	Fila di calcolo 6 [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,46	3,40	3,03	3,25	2,58	3,09	2,97
	Fila di calcolo 5 [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,10	2,74	2,68	2,66	2,47	2,10	2,01
	Fila di calcolo 5 [ cd/m <sup>2</sup> ]	2,80	2,67	2,90	3,30	3,26	2,78	2,56
	Fila di calcolo 3 [ cd/m <sup>2</sup> ]	2,80	2,67	2,90	3,30	3,26	2,78	2,56
	Fila di calcolo 2 [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,10	2,74	2,68	2,66	2,47	2,10	2,01
	Fila di calcolo 1 [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,46	3,40	3,03	3,25	2,58	3,09	2,97
	Luminanza media trasversale corsia - L <sub>mt</sub> [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,12	2,94	2,87	3,07	2,77	2,66	2,51
	Uniformità trasversale corsia - U <sub>t</sub> [ L <sub>mint</sub> /L <sub>mt</sub> ]	0,90	0,91	0,93	0,87	0,89	0,79	0,80
	Luminanza media - L <sub>m</sub> [ cd/m <sup>2</sup> ] ( ≥ 2,8 cd/m <sup>2</sup> )	2,85						
	Uniformità generale - U <sub>0</sub> (Min ≥ 0,5)	0,71						
	Uniformità longitudinale - U <sub>l</sub> (Min ≥ 0,7)	0,65						
	Valore minimo U <sub>t</sub> (Min ≥ 0,5)	0,79						
PARETE DESTRA	Progressiva [ m ]	1,15	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,90	2,40	2,34	3,27	2,70	2,16	2,05
	Fila di calcolo 2 - h=1m [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,15	2,87	1,63	3,33	1,93	1,78	1,54
	Luminanza media trasversale parete - L <sub>mt</sub> [ cd/m <sup>2</sup> ]	3,53	2,64	1,99	3,30	2,32	1,97	1,80
	Uniformità trasversale parete - U <sub>t</sub> [ L <sub>mint</sub> /L <sub>mt</sub> ]	0,89	0,91	0,82	0,99	0,83	0,90	0,86
	Luminanza media - L <sub>m</sub> [ cd/m <sup>2</sup> ]	2,50						
	Uniformità generale - U <sub>0</sub> (Min ≥ 0,4)	0,62						
	Uniformità longitudinale - U <sub>l</sub> (Min ≥ 0,6)	0,53						
	Valore minimo U <sub>t</sub> (Min ≥ 0,4)	0,82						
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	87,9%						

Illuminazione permanente

PARETE SINISTRA	Progressiva [ m ]		1,15	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [ cd/m <sup>2</sup> ]		3,90	2,40	2,34	3,27	2,70	2,16	2,05
	Fila di calcolo 2 - h=1m [ cd/m <sup>2</sup> ]		3,15	2,87	1,63	3,33	1,93	1,78	1,54
	Luminanza media trasversale parete - L <sub>mt</sub> [ cd/m <sup>2</sup> ]		3,53	2,64	1,99	3,30	2,32	1,97	1,80
	Uniformità trasversale parete - U <sub>t</sub> [ L <sub>mint</sub> /L <sub>mt</sub> ]		0,89	0,91	0,82	0,99	0,83	0,90	0,86
	Luminanza media - L <sub>m</sub> [ cd/m <sup>2</sup> ]	2,50							
	Uniformità generale - U <sub>0</sub> (Min ≥ 0,4)	0,62							
	Uniformità longitudinale - U <sub>l</sub> (Min ≥ 0,6)	0,53							
	Valore minimo U <sub>t</sub> (Min ≥ 0,4)	0,82							
	Rapporto luminanza parete sx/corsia marcia (Min > 60%)	87,9%							

NOTE

1	Tensione di alimentazione apparecchi permanente [V]	-	Non rilevata
	Presenza barriera/delineatore che ostacolava la misura		



## ILLUMINAZIONE DI RINFORZO

CORSIA DI MARCIA	Progressiva [ m ]	15,00	40,00	65,00	90,00	115,00	140,00	165,00	190,00	215,00	240,00	265,00	290,00	315,00
	Fila di calcolo 3 [ cd/m <sup>2</sup> ]	65,00	70,00	47,00	22,00	12,00	8,00	4,50	4,50	3,80	2,70	2,30	3,17	4,00
	Fila di calcolo 2 [ cd/m <sup>2</sup> ]	73,00	48,00	41,00	20,00	13,00	8,30	5,00	4,50	3,00	4,70	3,00	3,20	4,30
	Fila di calcolo 1 [ cd/m <sup>2</sup> ]	85,00	65,00	46,00	19,00	16,00	10,50	5,00	4,00	3,20	3,00	2,40	3,00	N.R.
	Luminanza media trasversale corsia - $L_{mt}$ [ cd/m <sup>2</sup> ]	74,3	61,0	44,7	20,3	13,7	8,9	4,8	4,3	3,3	3,5	2,6	3,1	4,2
	Uniformità trasversale corsia - $U_t$ [ $L_{min}/L_{mt}$ ]	0,87	0,79	0,92	0,93	0,88	0,90	0,93	0,92	0,90	0,78	0,90	0,96	0,96
	Valore minimo $U_t$ (Min $\geq 0,5$ )	0,78												

PARETE DESTRA	Progressiva [ m ]	15,00	40,00	65,00	90,00	115,00	140,00	165,00	190,00	215,00	240,00	265,00	290,00	315,00
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [ cd/m <sup>2</sup> ]	43,00	40,00	28,00	14,00	11,00	5,00	2,00	1,50	2,00	3,00	2,20	N.R.	N.R.
	Fila di calcolo 2 - h=1m [ cd/m <sup>2</sup> ]	39,00	35,00	25,00	13,50	8,50	5,00	2,00	1,50	2,80	4,00	2,15	N.R.	N.R.
	Luminanza media trasversale parete - $L_{mt}$ [ cd/m <sup>2</sup> ]	41,00	37,50	26,50	13,75	9,75	5,00	2,00	1,50	2,40	3,50	2,18	N.R.	N.R.
	Uniformità trasversale parete - $U_t$ [ $L_{min}/L_{mt}$ ]	0,95	0,93	0,94	0,98	0,87	1,00	1,00	1,00	0,83	0,86	0,99	N.R.	N.R.
	Valore minimo $U_t$ (Min $\geq 0,4$ )	0,83												
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	34,6%												

## NOTE

1	Tensione di alimentazione apparecchi permanente [V]	228
N.R.	Punto di misura non rilevabile in quanto non visibile (in piazzola o in	
	Presenza barriera/delineatore che ostacolava la misura	
	Presenza cartello luminoso SOS+estintore in prossimità del punto di	