

REGIONE DEL VENETO 	VI.ABILITA' S.r.l. 	PROVINCIA DI VICENZA 										
<h1 style="text-align: center; color: green;">"SP 134 Tunnel Schio-Valdagno: Rifacimento impianto di illuminazione delle gallerie SchioValdagnoPass e Valle Miara"</h1> <h2 style="text-align: center; color: green;">Commessa 15/2019</h2>												
<h1 style="text-align: center; color: red;">PROGETTO ESECUTIVO</h1>												
oggetto	GALLERIA SCHIOVALDAGNOPASS RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA											
Presidente di Vi.abilità S.r.l. Dott.ssa Magda Dellai		Il Direttore Generale di Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni										
progettazione  SINT Ingegneria <small>SR</small> Via Cristoforo Colombo, 106 I-36061 Bassano del Grappa (VI) Tel.: +39 0424 568457 Fax: +39 0424 219564 E-mail: info@sintingegneria.it Web-site: www.sintingegneria.it Ing. Francesco Fantinato Ing. Luca Bernardi	responsabile dei lavori(D.L.gs. 81/08) Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni	elaborato <h2 style="text-align: center;">EErts01</h2> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>data</td> </tr> <tr> <td>11/2019</td> </tr> <tr> <td>aggiornamento/i data e numero</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td>scala/e</td> </tr> <tr> <td>-</td> </tr> <tr> <td>commessa/e</td> </tr> <tr> <td>15/2019</td> </tr> <tr> <td>codice elaborato</td> </tr> <tr> <td>19020_0EErts01</td> </tr> </table>	data	11/2019	aggiornamento/i data e numero		scala/e	-	commessa/e	15/2019	codice elaborato	19020_0EErts01
data												
11/2019												
aggiornamento/i data e numero												
scala/e												
-												
commessa/e												
15/2019												
codice elaborato												
19020_0EErts01												
eseguito Ing. Luca Bernardi	controllato Ing. Luca Bernardi											
Vi. abilità S.r.l. Via L.L. Zamenhof, 829 36100 -- Vicenza - Italy	Tel. +39 0444 385711 Fax +39 0444 385799 E -- mail info@vi-abilita.it Web site www.vi-abilita.it	Capitale sociale: 5.050.000,00 euro Partita IVA: 02928200241 Registro Imprese di Vicenza: 02928200241 R:E:A: di Vicenza: n. 285329										
QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO IN TUTTO O IN PARTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI VI.ABILITA' S.p.A. (Legge 22.04.1941, n.633 -- art. 2575 E SEGG. C.C.)												

COMMITTENTE: Vi.abilità S.r.l.

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

**TITOLO: GALLERIA SCHIOVALDAGNOPASS
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 PROVE E VERIFICHE SULLE CANALIZZAZIONI ESISTENTI	12
5.2.3 PROVE E VERIFICHE SUI FISSAGGI DEL SISTEMA PORTACAVI ESISTENTE	13
5.2.4 MISURE ILLUMINOTECNICHE	13
6. CRITICITA' ED OSSERVAZIONI SULLO STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI	13
7. NUOVO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA	14
7.1 GENERALITÀ	14
7.2 ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN INGRESSO	15
7.2.1 APPARECCHI ILLUMINANTI PER IL RINFORZO IN INGRESSO	16
7.2.2 CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN INGRESSO	16
7.3 ILLUMINAZIONE PERMANENTE ORDINARIA E DI EMERGENZA	17
7.3.1 APPARECCHI ILLUMINANTI PER L'ILLUMINAZIONE DI BASE	17
7.3.2 CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE PERMANENTE	17
7.4 GESTIONE DELL'ILLUMINAZIONE PERMANENTE E DI RINFORZO	18
7.4.1 SENSORE DI LUMINANZA AGLI IMBOCCHI	19
8. IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA BT	20
8.1 ADEGUAMENTO QUADRI ELETTRICI DI CABINA	20
8.2 SOSTITUZIONE UPS ATTUALI CON NUOVI CPS	21
8.3 RETE (BT) DI DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	21
8.4 RETE BT DI DISTRIBUZIONE TERMINALE	22
9. INTEGRAZIONE DEL SISTEMA DI CONTROLLO E DI SUPERVISIONE	23
9.1 GENERALITA'	23
9.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI INTEGRAZIONE	23
10. DESCRIZIONE DELLE FASI DI INTERVENTO, OPERE PROVVISORIALI E RIMOZIONI	24
10.1 GENERALITÀ	24
10.2 INDIVIDUAZIONE E SEQUENZA DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI	25
10.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO	25
10.2.2 SEQUENZA DELLE LAVORAZIONI	25
10.3 PRECISAZIONI SULLE RIMOZIONI, SPOSTAMENTI E SUGLI SMALTELLAMENTI	26
11. ALLEGATI ALLA RELAZIONE	27

1. INTRODUZIONE

Il presente documento illustra tecnicamente la soluzione tecnica adottata per l'intervento di rifacimento dell'impianto di illuminazione a servizio della galleria "SchioValdagnoPass" 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 UNI11095 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 Valdagno-Schio pass

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
- QBT2 - Quadro elettrico generale BT cabina lato Schio – sezione illuminazione
- QBT4 - Quadro elettrico generale BT cabina lato Valdagno – sezione illuminazione
- 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/PC/D19803C – Galleria lato Schio – Planimetria percorso canalizzazioni
- 02/PC/D19803A – Galleria lato Valdagno – Planimetria percorso canalizzazioni
- 01/IL/D19803B – Galleria lato Schio – Planimetria impianto illuminazione
- 02/IL/D19803B – Galleria lato Valdagno – Planimetria impianto illuminazione
- 02/FM/D19803B – Aree esterne lato Schio – Planimetria impianto FM
- 03/FM/D19803B – Aree esterne lato Valdagno – Planimetria impianto FM
- 01/PA/D19803A – Particolari di montaggio staffaggio canalizzazioni in galleria
- 02/PA/D19803B – Particolari di montaggio impianto di illuminazione in galleria
- 03/PA/D19803A – Particolari di montaggio impianto di ventilazione in galleria
- 01/PC/D19803D – Galleria lato Schio – Planimetria percorso canalizzazioni
- 02/PC/D19803B – Galleria lato Valdagno – Planimetria percorso canalizzazioni
- 01/DD/D198903A – Relazioni di calcolo e dimensionamento illuminotecnico galleria
- 03/DD/D198903 – Relazioni di calcolo e dimensionamento tenuta meccanica canalizzazioni e staffaggi
- 03/DA/D19803B – Cabina elettrica di testata – lato Schio – Disposizione apparati e impianti in cabina
- 04/DA/D19803B – Cabina elettrica di testata – lato Valdagno – Disposizione apparati e impianti in cabina
- 01/SU/D19803A – Schema unifilare MT/BT impianto lato Schio
- 02/SU/D19803A – Schema unifilare MT/BT impianto lato Valdagno
- Rapporto di misura illuminotecnica del 23 Febbraio 2009

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

- effettuare delle prove di carico a campione sui tasselli di fissaggio delle attuali canaline e delle prove sclerometriche per la caratterizzazione del calcestruzzo. Tale attività è stata svolta da Società terza incaricata direttamente dal Committente
- eseguire un'ispezione visiva delle attuali canalizzazioni
- eseguire delle misure illuminotecniche
- prelevare dei campioni di canalina 200x65mm ed inviati al fornitore (FEMI CZ) al fine di verificarne lo stato e di misurarne la portata.

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 150W÷400W ed ottica asimmetrica
- gli apparecchi illuminanti risultano installati su due file, collocate sopra le due corsie di marcia, affacciate ad un'altezza pari a 5,7m



Foto imbocco lato Schio con la posizione degli apparecchi illuminanti esistenti



Foto imbocco lato Valdagno con la posizione degli apparecchi illuminanti esistenti

- gli apparecchi risultano staffati tramite apposita staffa alla canalizzazione portacavi in acciaio zincato a caldo 200x65 mm (per gli apparecchi permanente e rinforzo installati sopra la corsia direzione Schio-Valdagno) ovvero alla canalizzazione portacavi in acciaio zincato a caldo 100x65 mm (per gli apparecchi di rinforzo installati sopra la corsia direzione Valdagno-Schio)
- risultano installate le seguenti quantità di apparecchi:

Funzione apparecchio	Potenza apparecchio	Flusso luminoso sorgente SAP	N. apparecchi
Illuminazione permanente	SAP 100W	10.000 lumen	281+281=562
Illuminazione rinforzo	SAP 150W	14.500 lumen	20+20=40
Illuminazione rinforzo	SAP 250W	27.000 lumen	24+24=48
Illuminazione rinforzo	SAP 400W	48.000 lumen	62+62=124

- l'impianto è stato progettato con riferimento alla Norma CIE 88/90
- la velocità di riferimento adottata non è specificata con distanza di arresto pari a circa 50m
- la luminanza di progetto per entrambi gli imbocchi è pari a circa 128 cd/m² (considerando un fattore di manutenzione pari a 0,8)
- la luminanza di progetto nel tratto interno (permanente) è pari a 2,8 cd/m² (considerando un fattore di manutenzione pari a 0,8)
- il tunnel risulta così caratterizzato:

Dato	Valore
Tipologia galleria	Bidirezionale a doppio fornice
Lunghezza galleria totale	≈ 4.690 m
Quota galleria	< 500 m
Latitudine	45°
Velocità massima (km/h)	70+10 = 80 km/h
Pendenza tratto imbocco lato Est (Schio)	≈ 4,5 % (salita)
Pendenza tratto imbocco lato Ovest (Valdagno)	≈ 1% (salita)
Numero corsie	2
Altezza tunnel (in asse)	≈ 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 1
- 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 dalle due cabine MT/BT, collocate nei pressi dei due imbocchi



Cabina MT/BT lato Schio



Cabina MT/BT lato Valdagno

- 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: quattro circuiti, con apparecchi derivati alternativamente da tali circuiti (n.4 circuiti complessivi da cabina). Circuiti protetti con interruttore modulare magnetotermico differenziale 4x25A 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 8 apparecchi PO di cui al punto precedente (n.2 circuiti complessivi da cabina). Circuiti protetti con interruttore modulare magnetotermico differenziale 4x25A
 - illuminazione RI: due circuiti, uno per ogni fila. Circuiti protetti con interruttore modulare magnetotermico differenziale 4x40A 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.
- gli impianti di illuminazione permanente ordinaria durante le ore notturne risultano sempre accesi a regime ridotto (50% a circa 200Vac) tramite regolatore Reverberi
- gli impianti di illuminazione permanente ordinaria durante le ore diurne risultano sempre accesi a regime ridotto (80% a circa 220Vac) tramite regolatore Reverberi
- 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 della permanente

- 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 Valdagno-Schio pass, lungo la corsia di macia direzione Valdagno, considerando la relativa canalizzazione porta cavi/apparecchi

d'illuminazione, a partire dall'imbocco est del tunnel fino a circa $\frac{1}{2}$ della galleria (a 2.300 m dall'imbocco);
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;
- D. lo stato di conservazione delle controventature;
- E. le condizioni operative della canalizzazione porta apparecchi.

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 non sono visibili fenomeni di ossidazione, né in prossimità delle zone terminali delle canalizzazioni, né presso il corpo centrale della canalizzazione.

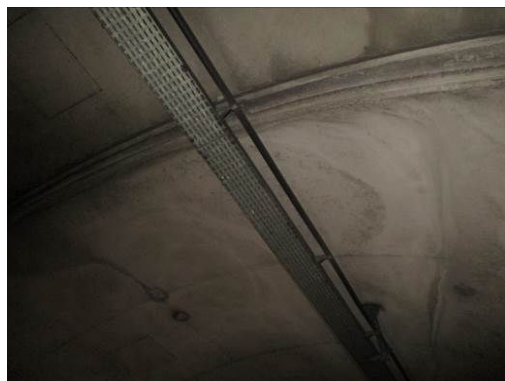
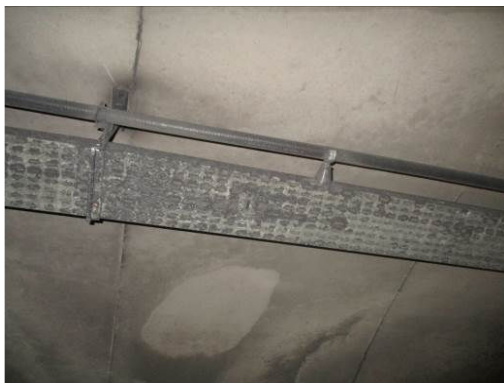


Foto canale nel tunnel Valdagno-Schio pass

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 Valdagno-Schio pass

Per quanto concerne il punto C), nelle giunzioni tra canalizzazioni sono rilevabili lievi fenomeni di ossidazione solo per quanto riguarda i sistemi di fissaggio (viti e bulloni) ma nelle parti terminali delle canalizzazioni non risulta evidenza di formazione di ruggine.



Foto giunzione nel tunnel Valdagno-Schio pass

Per quanto concerne il punto D) le controventature realizzate presso alcune staffe, sono costituite da un filo di ferro collegato tra la punta della mensola ed un tassello a paramento. Questa soluzione, pur non evidenziandone fenomeni di corrosione, non appare funzionale alle esigenze di mantenimento della orizzontalità (rispetto al piano stradale) delle canalizzazioni (si veda punto E).



Foto controventatura nel tunnel Valdagno-Schio pass

Per quanto concerne il punto E) si evidenzia che in molti casi le canalizzazioni non appaiono parallele rispetto al piano stradale, in quanto alcune staffe di fissaggio della canalizzazione hanno subito una rotazione nel punto di fissaggio con il paramento.

Questo può essere attribuito all'assenza di un adeguato numero di controventature o all'inadeguatezza delle controventature esistenti.

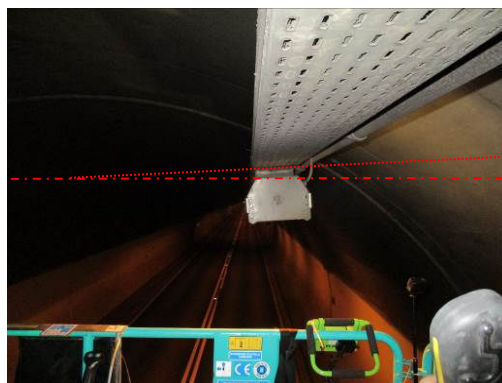


Foto con evidenza della non orizzontalità della canalizzazione nel tunnel Valdagno-Schio pass

5.2.2 PROVE E VERIFICHE SULLE CANALIZZAZIONI ESISTENTI

Per quanto concerne la canalina ed i relativi sistemi di supporto esistenti lo stato di fatto evidenzia quanto segue:

- canalina in acciaio zincato dopo la lavorazione: sezione 200x 65 mm, spessore 2mm, peso circa 5 kg/m

- zona di entrata: passo staffaggi 3m
- zona di transizione: passo staffaggi 3m
- zona interna: passo staffaggi 4m

In data 11 Giugno 2019 sono stati prelevati dei campioni della canalizzazione esistente e dei relativi supporti ed inviati al laboratorio di prova del fornitore.

Considerati i pesi futuri gravanti sul sistema “canalina + supporti”, pari a:

- zona di entrata: circa 70 kg/m
- zona di transizione: circa 50 kg/m
- zona interna: circa 20 kg/m

considerando altresì un fattore di sicurezza pari a $k=1,3$ (assunto per non deformare i campioni testati) e stimata pari a circa 110 kg la portata della mensola, il fornitore ha eseguito dei test di carico, secondo la IEC 61537, la cui descrizione e risultati sono riportati nell'Allegato 1.

5.2.3 PROVE E VERIFICHE SUI FISSAGGI DEL SISTEMA PORTACAVI ESISTENTE

In allegato 2 si riporta l'esito delle prove di trazione e delle prove sclerometriche eseguite a campione in campo da una Ditta incaricata dal Committente in data 11 Giugno 2019. L'esito delle prove di trazione evidenzia una resistenza a trazione dei tasselli pari o superiore a 10 kN ed un calcestruzzo avente resistenza a compressione superiore a 40 Mpa.

I risultati di tali prove sono stati utilizzati per la verifica degli ancoraggi esistenti e nuovi (vedi elaborato di calcolo specifico facente parte del progetto).

5.2.4 MISURE ILLUMINOTECNICHE

In data 11 Giugno 2019 sono state eseguite le seguenti misure illuminotecniche:

- illuminazione permanente: misura livelli di luminanza su carreggiata e pareti con osservatore in direzione Valdagno
- illuminazione permanente: misura livelli di luminanza su carreggiata e pareti con osservatore che guarda in direzione Schio
- illuminazione di rinforzo: misura livelli di luminanza su carreggiata e pareti (lato Schio). Il lato Valdagno è identico al lato Schio, sia in termini di apparecchi illuminanti che di larghezza della carreggiata

Il report di tali misure sono riportati nell'Allegato 3.

Per quanto concerne la permanente i valori sono inferiori ai valori attesi di progetto (1,8 cd/mq rispetto a 2,8 cd/mq di progetto). Inoltre si evidenzia una criticità sull'uniformità generale. Per quanto concerne il rinforzo, i valori di luminanza in carreggiata sono significativamente più bassi rispetto ai valori di progetto (125 cd/mq rispetto a 160 cd/mq di progetto) ed i valori sulle pareti non sono sufficientemente elevati.

I valori misurati per il rinforzo risentono tuttavia dello stato degradato dell'impianto (si ricordi che i valori di progetto assumono un coefficiente di manutenzione, poco realistico, pari a 1)

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

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

- valori di luminanza dell'illuminazione permanente ed uniformità generale al di sotto dei livelli normativi oggi vigenti inferiori rispetto ai valori del progetto relativo allo stato di fatto
- 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 11095:2019 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 B.1 della Norma UNI 11095:2019)
- 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 e permanente sono significativamente inferiori a quelli di progetto
- l'illuminazione di emergenza, così come configurata attualmente, non rispetta i dettami della UNI 11095:2019 e non garantisce quindi gli standard di sicurezza oggi richiesti
- 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
- analizzando le conclusioni alle quali hanno condotto i test operati sul sistema di canalizzazione esistente (vedi allegato 1) si deduce che il sistema "canalina + supporti" va integrato nella "parte supporti" al fine di renderlo adeguato ai futuri carichi previsti. Viene inoltre richiesta l'aggiunta di adeguate controventature per conferire al sistema una maggiore stabilità

Stanti le criticità sopra elencate, nonché ragioni di carattere economico – gestionale (ovvero risparmio energetico e minori oneri manutentivi) il Gestore ha deciso di realizzare i seguenti interventi di rifacimento/adeguamento:

- realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione a LED in sostituzione di quello attuale
- adeguamento dell'impianto di alimentazione elettrica in funzione delle nuove esigenze derivanti dal nuovo impianto di illuminazione
- adeguamento del sistema di canalizzazioni esistente

Per ognuno degli interventi sopra elencati si riporta nel seguito una descrizione tecnica, rinviando agli altri elaborati di progetto per ulteriori dettagli.

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 UNI11095 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 una fila, fuori asse di 1,85 m, al di sopra della sola corsia di ingresso, 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 controflusso;
- 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 2.466 lm a 51.520 lm;
- efficienza luminosa apparecchio: $\geq 126\text{ lm/W}$
- temperatura di colore 4.000K;
- resa cromatica ≥ 70 ;
- grado di protezione IP66;
- classe II;
- protezione alle sovratensioni DM/CM $\geq 10/8\text{kV}$;
- resistenza agli urti IK08;
- tensione di alimentazione 220/240 V - 50/60 Hz;
- fattore di potenza $\geq 0,95$;
- temperatura di esercizio: $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$
- vita nominale dei LED (L90) a $T_a=25^{\circ}\text{C}$: 100.000 ore;
- staffe a sgancio rapido in acciaio inox AISI 304, regolabili ed inclinabili, adatte per il montaggio sotto canalina ovvero 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	$\leq 385\text{ W}$	$\geq 51.522\text{ lm}$	≥ 133	21 kg
TIPO 2	673 mA	$\leq 230\text{ W}$	$\geq 28.980\text{ lm}$	≥ 126	14 kg
TIPO 3	673 mA	$\leq 114\text{ W}$	$\geq 14.490\text{ lm}$	≥ 127	7 kg
TIPO 4	673 mA	$\leq 58\text{ W}$	$\geq 7.326\text{ lm}$	≥ 126	7 kg
TIPO 5	505 mA	$\leq 32\text{ W}$	$\geq 4.110\text{ lm}$	≥ 128	7 kg
TIPO 6	288 mA	$\leq 19\text{ W}$	$\geq 2.466\text{ lm}$	≥ 129	7 kg

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

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 dai quadri elettrici QBT3 e QBT4 collocati nelle due cabine elettriche di imbocco (Lato Schio e Valdagno, rispettivamente).

Essi, per un primo tratto esterno, saranno collocati all'interno di tubazioni interrato 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 tre circuiti indipendenti R1+R3, 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/m² durante il giorno e di almeno 1cd/m² durante le ore notturne.

Inoltre, in assenza di alimentazione elettrica ordinaria, sarà garantito, in continuità assoluta, un livello di luminanza pari ad almeno 1cd/m².

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 una fila, fuori asse di 1,85 m, con interdistanza tra i corpi costante, fissati alla canalina portacavi.

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: 673 mA
- potenza assorbita: 114W;
- flusso emesso apparecchio: 14.733 lm;
- efficienza luminosa apparecchio: $\geq 129\text{ lm/W}$
- temperatura di colore 4.000K;
- resa cromatica ≥ 70 ;
- grado di protezione IP66;
- classe II;
- protezione alle sovratensioni DM/CM $\geq 10/8\text{kV}$;
- resistenza agli urti IK08;
- tensione di alimentazione 220/240 V - 50/60 Hz;
- fattore di potenza $\geq 0,95$;
- temperatura di esercizio: $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$
- vita nominale dei LED (L90) a $T_a=25^{\circ}\text{C}$: 100.000 ore;
- staffe a sgancio rapido in acciaio inox, regolabile ed inclinabile, adatte per il montaggio sotto canalina ovvero staffa regolabile ed inclinabile da parete;
- driver elettronico dimmerabile (DALI) installato nel corpo illuminante
- durata driver elettronico: 100.000 ore

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

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 dai quadri elettrici di cabina QBT3 e QBT4.

Essi, per un primo 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 descritta 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: 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: 110x60x30mm

In 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%)

- antenne esterne (2,4 GHz), installate all'esterno della cabina, collegate con cavo seriale RS485 (lunghezza massima 1 km) verso le centraline di controllo e comunicanti, tramite radiodiffusione, verso i moduli distribuiti di comando/controllo degli apparecchi illuminanti. Le antenne devono essere installate a non più di 100m dai dispositivi radio interno galleria, in visibilità ottica
- 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 (*)	$3 \text{ cd/m}^2 - 100\%$	4.233,5
Regime notturno – Prima attenuazione	Dal tramonto alle 22:00 Dalle 6:00 all'alba	$2 \text{ cd/m}^2 - 70\%$	1.943
Regime notturno – Seconda attenuazione	Dalle 22:00 alle 6:00	$1,5 \text{ cd/m}^2 - 50\%$	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^2), 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 (λ)
- campo di rilevazione: 0 ÷ 5000 cd/m^2
- temperatura d'esercizio: -20 ÷ 60 °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 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 QUADRI ELETTRICI DI CABINA

I quadri di cabina QBT2 e QBT4, oggi utilizzati per l'alimentazione degli attuali impianti di illuminazione (oltre a vari servizi ausiliari non oggetto di intervento) devono essere adeguati al fine di renderli compatibili con le future esigenze di impianto. Più precisamente, per ogni quadro suddetto, 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.4 interruttori magnetotermici differenziali per alimentare altrettanti circuiti luce permanente ordinaria aggiuntivi
- aggiunta di n.6 interruttori magnetotermici differenziali per alimentare altrettanti circuiti luce permanente di emergenza aggiuntivi
- sostituzione di n.2 interruttori magnetotermici differenziali esistenti asserviti ai circuiti luce permanente ordinaria con nuovi interruttori magnetotermici differenziali di taglia adeguata alla futura configurazione di impianto
- sostituzione di n.2 interruttori magnetotermici differenziali esistenti asserviti ai circuiti luce permanente di emergenza con nuovi interruttori magnetotermici differenziali di taglia adeguata alla futura configurazione di impianto

- sostituzione di interruttore magnetotermico differenziale esistente asservito a UPS esistente con nuovo interruttore magnetotermico differenziale di taglia adeguata al nuovo CPS
- aggiunta di n.1 interruttore magnetotermico differenziale per alimentare un circuito aggiuntivo luce di rinforzo
- sostituzione di n.2 interruttori magnetotermici differenziali esistenti asserviti ai circuiti luce di rinforzo con nuovi interruttori magnetotermici differenziali di taglia adeguata alla futura configurazione di impianto
- aggiunta di interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione sonde e centralina gestione

8.2 SOSTITUZIONE UPS ATTUALI 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: 30 kVA
- potenza attiva nominale: 27 kW
- autonomia 60 minuti (a fine vita)
- batterie ermetiche al piombo ridondanti a lunga durata (10 anni)
- tensione ingresso trifase 400V. + /- 20%
- frequenza ingresso (configurabile) 50 / 60 Hz
- fattore di potenza a monte raddrizzatore > 0,99
- distorsione armonica della corrente ingresso THDI <= 3 %
- tensione uscita trifase 400 V
- frequenza nominale 50/60 Hz
- livello acustico < 48dB 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

Ciascun gruppo CPS, alimentato in derivazione dal quadro generale QBT...., 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: SOS, telecamere, 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 dai vari quadri di cabina adeguati 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 agli 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) 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 o utenze esterne (es.: sonda) 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 tratto esterno di collegamento interrato tra cabine ed imbocchi 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), uno dei quali costituisce il circuito di emergenza in continuità assoluta. Per ogni rinforzo (reti RI) di ingresso si prevedono tre circuiti distinti
- 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 mm² 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 del 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 QBT....
- 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 SCADA 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 PROVVISORIE E RIMOZIONI

10.1 GENERALITÀ

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 Schio ed imbocco lato Valdagno
- cabina esistente lato Schio
- cabina esistente lato Valdagno

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. rinforzo canaline esistente con nuovi staffaggi e controventature e contestuale 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. integrazione sistema di canalizzazione laddove indicato negli elaborati di progetto (zona rinforzo lato Valdagno)
6. 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
7. posa delle nuove cassette di derivazione per gli apparecchi di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza)
8. posa dei nuovi apparecchi di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza)

9. scavi, tubazioni e plinti per nuovi sensori di luminanza
10. 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
11. rimozione degli apparecchi di illuminazione permanente esistenti
12. rimozione delle linee e cassette esistenti BT relative ai circuiti permanente
13. posa nuovi cavi BT per rinforzi e sonde di luminanza
14. posa nuove cassette per rinforzi
15. posa nuovi apparecchi per rinforzi
16. attivazione nuovi rinforzi: al termine di questa fase l'impianto di illuminazione di rinforzo è garantito dai nuovi corpi illuminanti
17. prove e collaudi
18. 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 prove di verifica sulle canalizzazioni esistenti
- Allegato 2 – Report delle prove di trazione tasselli esistenti e delle prove sclerometriche
- Allegato 3 – Report delle misure illuminotecniche

ALLEGATO 1

REPORT DELLE PROVE DI VERIFICA

SULLE CANALIZZAZIONI ESISTENTI

Elenco delle prove effettuate

Il committente comunica la necessità di perseguire i seguenti obiettivi:

ZONA TUNNEL	PASSO SOSPENSIONI [m]	CARICO AGENTE SUL CANALE [kg/m]	CARICO AGENTE SULLA SOSPENSIONE [kg]
ENTRATA	3,0	69,5	223,4
TRANSIZIONE	3,0	51,5	169,4
INTERNO	4,0	23,1	112,3

Il carico che grava sul sistema di sospensione è calcolato come: (CARICO AGENTE SUL CANALE + PESO CANALE) x PASSO SOSPENSIONI. PESO CANALE = 4,97kg/m

In qualità di produttore di sistemi porta cavi e sulla base di esperienza pluridecennale, FEMI-CZ ritiene che le sollecitazioni sopra elencate non possono essere sostenute dagli elementi oggetto di analisi.

È necessario pertanto rivedere il passo delle sospensioni come da tabella seguente:

ZONA TUNNEL	PASSO SOSPENSIONI [m]	CARICO AGENTE SUL CANALE [kg/m]	CARICO AGENTE SULLA SOSPENSIONE [kg]
ENTRATA	1,5	69,5	111,7
TRANSIZIONE	1,5	51,5	84,7
INTERNO	4,0	23,1	112,3

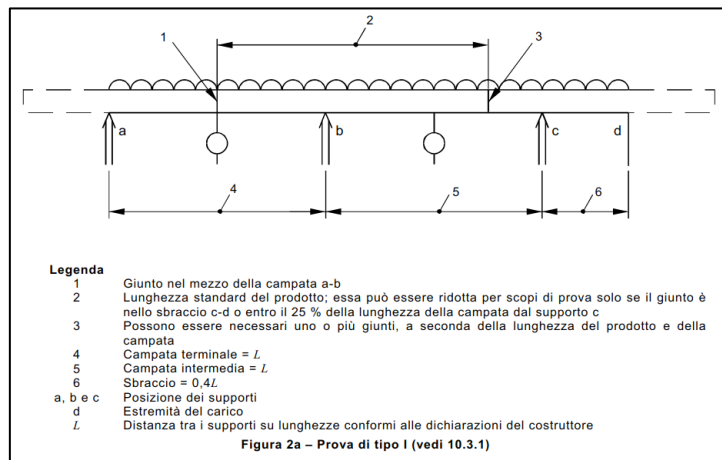
Il carico che grava sul sistema di sospensione è calcolato come: (CARICO AGENTE SUL CANALE + PESO CANALE) x PASSO SOSPENSIONI. PESO CANALE = 4,97kg/m

Si concorda con il committente di procedere ad effettuare le seguenti prove:

- Prova di carico su canale 200x60 con distanza appoggi 1,5mt e carico utile di sicurezza (SWL) 69,5 kg/m
- Prova di carico su canale 200x60 con distanza appoggi 4,0mt e carico utile di sicurezza (SWL) 23,1 kg/m
- Prova di carico sul sistema di sospensione con carico utile di sicurezza (SWL) 113 kg

A seguito della richiesta di restituzione dei campioni in condizioni tali da consentirne il riutilizzo, si concorda di applicare un coefficiente di sicurezza pari a 1,3.

Le prove sugli elementi rettilinei sono state eseguite utilizzando la configurazione di tipo I previsto dalla norma IEC 61537.



Questo schema è il più gravoso rispetto a tutte le tipologie previste dalla norma. Avendo utilizzato questa configurazione non viene posta nessuna limitazione né per la campata terminale né per la posizione delle giunzioni. Le giunzioni possono essere poste in qualunque punto dell'installazione.

Per le prove sono stati utilizzati pesi da 1,20 kg e 0,23 kg disposti sulla passerella come previsto dalla IEC 61537.

La prova sul sistema di sospensione è stata effettuata utilizzando pesi da 20 kg. Il carico è stato applicato sulla mensola mediante una staffa che simula il carico uniformemente distribuito, trasmesso nella realtà dal canale porta cavi.



Prova di carico su canale 200x60 con distanza appoggi 1,5mt

Sono stati impiegati n.2 campioni appoggiati su n.3 supporti rigidi aventi larghezza di 45mm, distanziati tra loro 1,5mt. La giunzione tra i due elementi rettilinei è stata effettuata tramite n.2 giunti montati utilizzando n.12 viti testa tonda con quadro sotto testa M6x12 e relativi dadi flangiati M6 in acciaio al carbonio con trattamento Geomet (di fornitura FEMI-CZ).



Alla bulloneria è stata applicata una coppia di serraggio di 5,79 Nm.

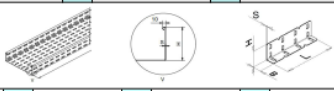
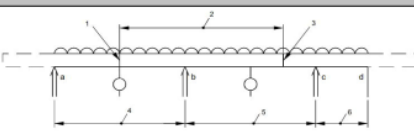
La prova è stata condotta alla temperatura di 20°C circa, distribuendo i carichi uniformemente sulla lunghezza e sulla larghezza dei campioni come indicato in allegato D della IEC 61537.

Il carico utile di sicurezza (SWL) stabilito per questa prova è 69,5 kg/m.

La norma prescrive che l'SWL venga raggiunto attraverso step di incremento uniforme. Al termine di ogni fase il campione è stato lasciato sotto carico per 5 minuti e sono state registrate sia le flessioni di deformazione longitudinale che le flessioni di deformazione trasversale.

Al raggiungimento di 69,5 kg/m si è provveduto a caricare fino a 90,4 kg/m (pari a 1,3 volte l'SWL) verificando che i campioni resistano senza crollare.

Risultati prova di carico su canale 200x60 con distanza appoggi 1,5mt (modulo interno)

FEMI-CZ		B1Z01B4H200M - D=1,5m - Serie CZ 1										
Stabilimento:	Rovigo	<input checked="" type="checkbox"/> Responsabile test:	ing. A. Cordioli		Data del test:	05/09/2019						
	Crespino	Rifer. disegno:	-		Check dimensioni:	OK						
Norma:	IEC 61537		NEMA VE-1	ALTRO	<input checked="" type="checkbox"/>							
Titolo prova: PROVA DEL CARICO UTILE DI SICUREZZA (SWL)												
Codice Prodotto	B1Z01B4H200M		Serie	CZ 1		Descrizione	PASSERELLA FORATA BR 200x060-2.0-4M Z					
Caratteristiche:	chiusa		bordo rinforzato	<input checked="" type="checkbox"/>	giunto GS		giunto di base					
	forata	<input checked="" type="checkbox"/>	bordo dritto		giunto GD		giunto a "L"	<input checked="" type="checkbox"/>				
Dimensioni (mm):	Lunghezza (L)	4000			Note: Giunzione tra gli elementi effettuata mediante giunto di spessore 2,0mm con 6 viti M6x12 e dadi M6. Bulloneria in Acciaio al Carbonio con trattamento Geomet. Coppia di serraggio: 5,79 Nm							
	Larghezza (B)	200										
	Altezza (H)	60										
	Spessore (S)	2,0										
Materiale:	DD11	<input checked="" type="checkbox"/>	DC01		SENDZIMIR		SS304		SS316L		ALLUMINIO	
Trattamento superficiale:	EN ISO 1461		<input checked="" type="checkbox"/>	ANODIZZAZIONE				EN 10346		VERNICIATO RAL		
CARATTERISTICHE DI PROVA												
Valori di riferimento:												
$f_L \leq D/100 = 15 \text{ mm}$			$f_T \leq B/20 = 10 \text{ mm}$			$f_L \leq 6,65$			$f_T \leq 0,25$			
OK			OK			OK			OK			
FLESSIONE LONGITUDINALE						FLESSIONE TRASVERSALE						
$f_L = \frac{a+b+c+d}{4}$						$f_T = e - f_L$						
												
Legenda: 1. Giunto nel mezzo della campata a-b 2. Lunghezza standard del prodotto, essa può essere ridotta per scopi di prova solo se il giunto è nella sezione c-d o entro il 25 % della lunghezza della campata dal supporto 3. Possono essere necessari uno o più giunti, a seconda della lunghezza del prodotto e della campata 4. Campata terminale = e 5. Campata intermedia = f 6. Striscia = g-h a, b, c, d. Posizione dei supporti e. Estremità del carico f. Distanza tra i supporti su lunghezza conforme alle dichiarazioni del costruttore Figura 2a - Prova di tipo I (vedi 18.3.1)												
Distanza appoggi (D):		1500 mm		N.° pezzi giuntati (min.2):		2		Caratteristiche dei supporti:				
Carico d'esercizio dichiarato SWL:		69,5 kg/m		SWLx1,3		90,4 kg/m		Lcamp = 3600 mm				
RISULTATI DELLA PROVA												
Step	Fase	Descrizione	Carico Totale kg/m	Fs sonda 1 mm	Fc sonda 2 mm	Fd sonda 3 mm	Fs1 sonda 4 mm	Fd1 sonda 5 mm	FOTO			
-	Carico	0 kg	0,0						B1Z01B4H200M_1.5_01			
	Valore			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	B1Z01B4H200M_1.5_02			
1	Carico	120x0,23 kg	7,7						B1Z01B4H200M_1.5_03			
	Valore			0,95	1,39	1,62	-0,19	1,41	B1Z01B4H200M_1.5_04			
2	Carico	120x0,23 kg + 24x1,20 kg	15,7						B1Z01B4H200M_1.5_05			
	Valore			1,90	2,49	2,62	1,14	2,68	B1Z01B4H200M_1.5_06			
3	Carico	120x0,23 kg + 48x1,20 kg	23,7						B1Z01B4H200M_1.5_07			
	Valore			2,87	3,57	3,59	2,46	3,94	B1Z01B4H200M_1.5_08			
4	Carico	120x0,23 kg + 72x1,20 kg	31,7						B1Z01B4H200M_1.5_09			
	Valore			3,82	4,64	4,53	3,73	5,18	B1Z01B4H200M_1.5_10			
5	Carico	120x0,23 kg + 96x1,20 kg	39,7						B1Z01B4H200M_1.5_11			
	Valore			4,64	5,56	5,36	4,93	6,33	B1Z01B4H200M_1.5_12			
6	Carico	120x0,23 kg + 120x1,20 kg	47,7						B1Z01B4H200M_1.5_13			
	Valore			4,93	5,95	5,65	5,41	6,82	B1Z01B4H200M_1.5_14			
7	Carico	120x0,23 kg + 144x1,20 kg	55,7						B1Z01B4H200M_1.5_15			
	Valore			5,17	6,30	5,93	5,85	7,29	B1Z01B4H200M_1.5_16			
8	Carico	120x0,23 kg + 168x1,20 kg	63,7						B1Z01B4H200M_1.5_17			
	Valore			5,38	6,62	6,19	6,22	7,74	B1Z01B4H200M_1.5_18			
9	Carico	120x0,23 kg + 192x1,20 kg	71,7	a	e	b	c	d	B1Z01B4H200M_1.5_19			
	Valore			5,53	6,90	6,38	6,56	8,13	B1Z01B4H200M_1.5_20			
10	Carico	120x0,23 kg + 216x1,20 kg	79,7						B1Z01B4H200M_1.5_21			
	Valore			5,63	7,09	6,50	6,79	8,40	B1Z01B4H200M_1.5_22			
11	Carico	120x0,23 kg + 240x1,20 kg	87,7						B1Z01B4H200M_1.5_23			
	Valore			5,69	7,25	6,57	6,99	8,66	B1Z01B4H200M_1.5_24			
12	Carico	120x0,23 kg + 264x1,20 kg	95,7						B1Z01B4H200M_1.5_25			
	Valore			5,74	7,41	6,64	7,19	8,89	B1Z01B4H200M_1.5_26			

In virtù delle zavorre a disposizione e della loro possibile combinazione, l'SWL è stato valutato ad un carico di 71,7 kg/m anziché 69,5 kg/m; per il medesimo motivo l'applicazione del coefficiente di sicurezza 1,3 è stato soddisfatto da un carico di 95,7 kg/m contro i 90,4 kg/m necessari.



B1Z01B4H200M_1.5_01



B1Z01B4H200M_1.5_02



B1Z01B4H200M_1.5_03



B1Z01B4H200M_1.5_04



B1Z01B4H200M_1.5_05



B1Z01B4H200M_1.5_06



B1Z01B4H200M_1.5_07



B1Z01B4H200M_1.5_08



B1Z01B4H200M_1.5_09



B1Z01B4H200M_1.5_10



B1Z01B4H200M_1.5_11



B1Z01B4H200M_1.5_12



B1Z01B4H200M_1.5_13



B1Z01B4H200M_1.5_14



B1Z01B4H200M_1.5_15



B1Z01B4H200M_1.5_16

Prova di carico su canale 200x60 con distanza appoggi 4,0mt

Sono stati impiegati n.3 campioni appoggiati su n.3 supporti rigidi aventi larghezza di 45mm, distanziati tra loro 4,0mt. La giunzione tra i due elementi rettilinei è stata effettuata tramite n.4 giunti montati utilizzando n.24 viti testa tonda con quadro sotto testa M6x12 e relativi dadi flangiati M6 in acciaio al carbonio con trattamento Geomet (di fornitura FEMI-CZ).



Alla bulloneria è stata applicata una coppia di serraggio di 5,79 Nm.


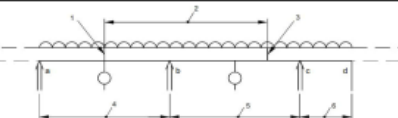
La prova è stata condotta alla temperatura di 20°C circa, distribuendo i carichi uniformemente sulla lunghezza e sulla larghezza dei campioni come indicato in allegato D della IEC 61537.

Il carico utile di sicurezza (SWL) stabilito per questa prova è 23,1 kg/m.

La norma prescrive che l'SWL venga raggiunto attraverso step di incremento uniforme. Al termine di ogni fase il campione è stato lasciato sotto carico per 5 minuti e sono state registrate sia le flessioni di deformazione longitudinale che le flessioni di deformazione trasversale.

Al raggiungimento di 23,1 kg/m si è provveduto a caricare fino a 30,0 kg/m (pari a 1,3 volte l'SWL) verificando che i campioni resistano senza crollare.

Risultati prova di carico su canale 200x60 con distanza appoggi 4,0mt (modulo interno)

		B1Z01B4H200M - D=4,0m - Serie CZ 1											
Stabilimento: Rovigo		<input checked="" type="checkbox"/>		Responsabile test: ing. A. Cordioli				Data del test: 05/09/2019					
Crespino				Rifer. disegno: -				Check dimensioni: OK					
Norma: IEC 61537				NEMA VE-1				ALTRO		<input checked="" type="checkbox"/>			
Titolo prova: PROVA DEL CARICO UTILE DI SICUREZZA (SWL)													
Codice Prodotto		B1Z01B4H200M		Serie CZ 1				Descrizione PASSERELLA FORATA BR 200x060-2.0-4M Z					
Caratteristiche:		chiusa		bordo rinforzato		<input checked="" type="checkbox"/>		giunto GS					
		forata		<input checked="" type="checkbox"/>		bordo dritto				giunto GD			
								giunto a "L"		<input checked="" type="checkbox"/>			
Dimensioni (mm):		Lunghezza (L)		4000						Note: Giunzione tra gli elementi effettuata mediante giunto di spessore 2,0mm con 6 viti M6x12 e dadi M6. Bulloneria in Acciaio al Carbonio con trattamento Geomet. Coppia di serraggio: 5,79 Nm			
		Larghezza (B)		200									
		Altezza (H)		60									
		Spessore (S)		2,0									
Materiale:		DD11		<input checked="" type="checkbox"/>		DC01		<input checked="" type="checkbox"/>		SENDZIMIR			
								SS304		<input checked="" type="checkbox"/>			
								SS316L		<input checked="" type="checkbox"/>			
								ALLUMINIO		<input checked="" type="checkbox"/>			
Trattamento superficiale:		EN ISO 1461		<input checked="" type="checkbox"/>		ANODIZZAZIONE							
		EN 10346				VERNICIATO RAL							
CARATTERISTICHE DI PROVA													
Valori di riferimento:													
$f_L \leq D/100 = 40 \text{ mm} > 8,21 \text{ OK}$				$f_T \leq B/20 = 10 \text{ mm} > 6,29 \text{ OK}$									
FLESSIONE LONGITUDINALE				FLESSIONE TRASVERSALE									
$f_L = \frac{a+b+c+d}{4}$				$f_T = e - f_L$									
													
<p>Legenda: 1. Giunto nel mezzo della campata a-b 2. Lunghezza standard del prodotto; essa può essere ridotta per scopi di prova solo se il giunto è nella distanza c-d e entro il 25 % della lunghezza della campata del supporto o 3. Possono essere necessari uno o più giunti, a seconda della lunghezza del prodotto e della campata 4. Campata terminale = L 5. Campata intermedia = L 6. Sbraccio = 0,4L a, b, c, d. Posizione dei supporti e. Estremità del carico f. Distanza tra i supporti su lunghezza conforme alle dichiarazioni del costruttore Figura 2a - Prove di tipo I (vedi 10.3.1)</p>													
Distanza appoggi (D):		4000 mm		N.° pezzi giuntati (min.2):		3		Caratteristiche dei supporti:					
Carico d'esercizio dichiarato SWL:		23,1 kg/m		SWLx1,3		30,0 kg/m		Lcamp = 9600 mm					
RISULTATI DELLA PROVA													
Step	Fase	Descrizione		Carico Totale kg/m				SPAN 1		SPAN 2		FOTO	
	Carico	0 kg		0,0				Fs sonda 1 mm	Fc sonda 2 mm	Fd sonda 3 mm	Fs1 sonda 4 mm	Fd1 sonda 5 mm	B1Z01B4H200M_4.0_01 B1Z01B4H200M_4.0_02
	Valore							0,46	0,49	0,46	1,63	1,55	
1	Carico	190x0,23 kg		4,6									B1Z01B4H200M_4.0_03
	Valore							0,72	0,89	0,91	3,39	3,12	
2	Carico	190x0,23 kg + 38x1,20 kg		9,3									B1Z01B4H200M_4.0_04
	Valore							0,91	1,19	1,25	5,40	5,37	
3	Carico	190x0,23 kg + 76x1,20 kg		14,1									B1Z01B4H200M_4.0_05
	Valore							1,03	1,43	1,56	8,38	8,37	
4	Carico	190x0,23 kg + 114x1,20 kg		18,8									B1Z01B4H200M_4.0_06
	Valore							0,84	1,42	1,68	12,50	11,63	
5	Carico	190x0,23 kg + 152x1,20 kg		23,5				a	e	b	c	d	B1Z01B4H200M_4.0_07
	Valore							1,31	1,92	2,15	14,99	14,41	
6	Carico	190x0,23 kg + 190x1,20 kg		28,3									B1Z01B4H200M_4.0_08
	Valore							2,40	2,80	2,76	17,36	17,79	
7	Carico	190x0,23 kg + 228x1,20 kg		33,1									B1Z01B4H200M_4.0_09 B1Z01B4H200M_4.0_10 B1Z01B4H200M_4.0_11
	Valore							4,14	2,96	1,83	4,51	6,22	

In virtù delle zavorre a disposizione e della loro possibile combinazione, l'SWL è stato valutato ad un carico di 23,5 kg/m anziché 23,1 kg/m; per il medesimo motivo l'applicazione del coefficiente di sicurezza 1,3 è stato soddisfatto da un carico di 33,1 kg/m contro i 30,0 kg/m necessari.



B1Z01B4H200M_4.0_01



B1Z01B4H200M_4.0_02



B1Z01B4H200M_4.0_03



B1Z01B4H200M_4.0_04



B1Z01B4H200M_4.0_05



B1Z01B4H200M_4.0_06



B1Z01B4H200M_4.0_07



B1Z01B4H200M_4.0_08



B1Z01B4H200M_4.0_09



B1Z01B4H200M_4.0_10



B1Z01B4H200M_4.0_10

Prova di carico sul sistema di sospensione

Per il sistema di sospensione si è proceduto a verificare la tenuta per un carico utile di sicurezza (SWL) pari a 113 kg con coefficiente di sicurezza pari a 1,3; il carico massimo è stato quindi di 147 kg.

Il sistema è stato fissato ad una trave come indicato in figura sottostante, utilizzando n.2 viti.



La bulloneria di fissaggio degli elementi che costituiscono il sistema di sospensione è stata fornita dal committente. Trattasi di n.4 viti testa esagonale M8 di classe 8.8 e n.4 dadi flangiati M8. Alla bulloneria è stata applicata una coppia di serraggio pari a 32 Nm circa.

È stata rilevata la deformazione della mensola in punta con carico applicato e in fase di scarico, allo scopo di valutare eventuali deformazioni permanenti.

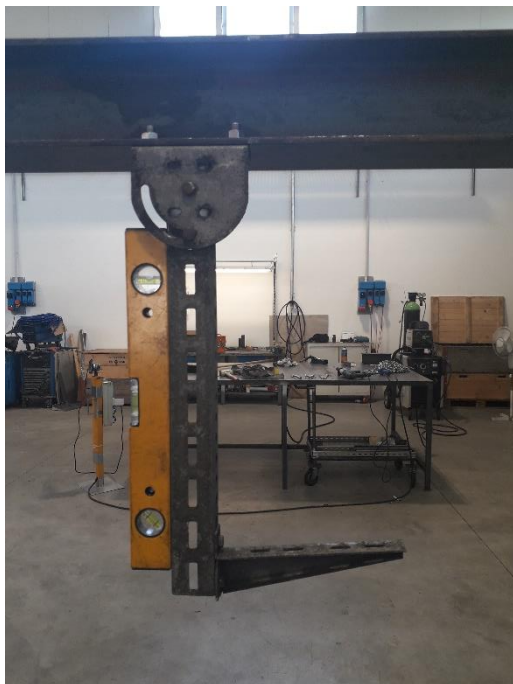
Sono stati effettuati 4 step di carico.

La prova è stata condotta alla temperatura di 20°C circa.

Risultati prova di carico sul sistema di sospensione

CARICO [kg]	FRECCIA A CARICO [mm]	FRECCIA RESIDUA [mm]	NOTE	FOTO
0	0,0	0,0		TEST_SOSP_00_01 TEST_SOSP_00_02 TEST_SOSP_00_03
88	9,7	0,1	FRECCIA RESIDUA TRASCURABILE	TEST_SOSP_88_01 TEST_SOSP_88_02 TEST_SOSP_88_03 TEST_SOSP_88_04 TEST_SOSP_88_05 TEST_SOSP_88_06
108	11,9	0,1	CARICO UTILE DI SICUREZZA. FRECCIA RESIDUA TRASCURABILE	TEST_SOSP_108_01 TEST_SOSP_108_02 TEST_SOSP_108_03 TEST_SOSP_108_04 TEST_SOSP_108_05 TEST_SOSP_108_06 TEST_SOSP_108_07
128	14,7	0,6		TEST_SOSP_128_01 TEST_SOSP_128_02 TEST_SOSP_128_03 TEST_SOSP_128_04 TEST_SOSP_128_05 TEST_SOSP_128_06 TEST_SOSP_128_07
148	21,7	5,4	PROFILO E MENSOLA SI SONO DEFORMATO IN MANIERA PERMANENTE. NESSUN CEDIMENTO RISCONTRATO.	TEST_SOSP_148_01 TEST_SOSP_148_02 TEST_SOSP_148_03 TEST_SOSP_148_04 TEST_SOSP_148_05 TEST_SOSP_148_06 TEST_SOSP_148_07 TEST_SOSP_148_08 TEST_SOSP_148_09 TEST_SOSP_148_10 TEST_SOSP_148_11 TEST_SOSP_148_12

In virtù delle zavorre a disposizione e della loro possibile combinazione, il carico utile di sicurezza (SWL) è stato valutato ad un carico leggermente inferiore ossia 108kg anziché 113kg.



TEST_SOSP_00_01



TEST_SOSP_00_02



TEST_SOSP_00_03



TEST_SOSP_88_01



TEST_SOSP_88_02



TEST_SOSP_88_03



TEST_SOSP_88_04



TEST_SOSP_88_05



TEST_SOSP_88_06



TEST_SOSP_108_01



TEST_SOSP_108_02



TEST_SOSP_108_03



TEST_SOSP_108_04



TEST_SOSP_108_05



TEST_SOSP_108_06



TEST_SOSP_108_07



TEST_SOSP_128_01



TEST_SOSP_128_02



TEST_SOSP_128_03



TEST_SOSP_128_04



TEST_SOSP_128_05



TEST_SOSP_128_06



TEST_SOSP_128_07



TEST_SOSP_148_01



TEST_SOSP_148_02



TEST_SOSP_148_03



TEST_SOSP_148_04



TEST_SOSP_148_05



TEST_SOSP_148_06



TEST_SOSP_148_07



TEST_SOSP_148_08



TEST_SOSP_148_09



TEST_SOSP_148_10



TEST_SOSP_148_11



TEST_SOSP_148_12

Conclusioni

I test effettuati hanno evidenziato che:

- Il canale forato 200x60 in spessore 2,0mm e lunghezza 4mt con distanza appoggi 1,5 mt e carico di esercizio pari a 69,5 kg/m soddisfa i requisiti di deformazione longitudinale e trasversale imposti dalla IEC 61537. Infatti, per un SWL pari a 71,7 kg/m si ha:
 - deformazione longitudinale di 6,65 mm ($f_{Lmax} = 15$ mm)
 - deformazione trasversale di 0,25 mm ($f_{Tmax} = 10$ mm)Caricando ulteriormente fino a 1,3 volte (95,7 kg/m) la passerella ha resistito senza crollare.
- Il canale forato 200x60 in spessore 2,0mm e lunghezza 4mt con distanza appoggi 4,0 mt e carico di esercizio pari a 23,1 kg/m soddisfa i requisiti di deformazione longitudinale e trasversale imposti dalla IEC 61537. Infatti, per un SWL pari a 23,5 kg/m si ha:
 - deformazione longitudinale di 8,21 mm ($f_{Lmax} = 40$ mm)
 - deformazione trasversale di 6,29 mm ($f_{Tmax} = 10$ mm)Caricando ulteriormente fino a 1,3 volte (33,1 kg/m) la passerella ha resistito senza crollare.
- Il sistema di sospensione è in grado di sostenere un carico pari a 113 kg mantenendosi in regime elastico (la deformata in scarico è da considerarsi praticamente nulla). Caricando ulteriormente fino a 1,3 volte (148 kg) il sistema pur deformandosi ha resistito senza crollare.

Possiamo concludere inoltre che:

- Le prove di carico sulle passerelle sono state effettuate utilizzando la configurazione più gravosa, grazie alla quale non viene posta nessuna limitazione né per la campata terminale né per la posizione delle giunzioni. Le giunzioni possono essere poste in qualunque punto dell'installazione.
- Nella valutazione delle sollecitazioni si è considerato solo il contributo di carichi di tipo statico. Eventuali carichi di tipo dinamico, per esempio legati a fenomeni di turbolenza che potrebbero insorgere in galleria, non sono stati tenuti in considerazione. Si consiglia pertanto di infittire la zona interna del tunnel riducendo il passo delle sospensioni da 4,0 a 2,0mt.
- Al fine di conferire stabilità alla struttura, contrastando così eventuali fenomeni di oscillazione della struttura, si consiglia l'applicazione di controventature in quantità da definire in base alle necessità del committente.

I risultati ottenuti in questa sessione di test sono validi esclusivamente per componenti (elementi rettilinei, giunzioni, elementi di sospensione e bulloneria) aventi un livello di degradazione dovuta al passare del tempo che sia pari o inferiore ai campioni testati.

FEMI-CZ S.p.A.
Ufficio tecnico

ALLEGATO 2

REPORT DELLE PROVE DI TRAZIONE TASSELLI ESISTENTI E DELLE PROVE SLEROMETRICHE



TECHNOPROVE Srl

Prove di laboratorio / in sito e controlli per l'industria delle costruzioni - Laboratorio geotecnico e chimico

Viale dell'Industria 22 - 36100 VICENZA
Tel./Fax: 0444 966121 / 966129 - Email: techno@technoprove.it - Internet: www.technoprove.it
Cod. fisc. 04635880588 - Part. IVA 01869370245 - Soc. Unipersonale - PEC: technoprove@pec.it

Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture per prove sui materiali da costruzione e le terre - L. 1086/71 - DPR 380/01
Sistema Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2015

Rapporto di prova n° 106 /9/01

Data di emissione: 03/07/19

E' vietata la riproduzione anche parziale del presente documento senza l'autorizzazione di Technoprove.

Richiedente:	Vi.abilità S.r.l.	Vicenza	VI
Intestatario fattura:	Vi.abilità S.r.l.	Vicenza	VI
Data della richiesta:	05/06/19	Data di accettazione:	05/06/19

Indicazioni del Richiedente:

Tunnel Schio - Valdagno lungo la Strada Provinciale n° 134 in comune di Schio (VI)

Posizioni di prova:

Ident int	Identificazione / descrizione fornita dal Richiedente	Localizzazione
A	S1.10 corsia verso Valdagno	S1.10 corsia verso Valdagno
A1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.10 corsia verso Valdagno
B	S1.9 corsia verso Valdagno	S1.9 corsia verso Valdagno
B1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.9 corsia verso Valdagno
C	S1.8 corsia verso Valdagno	S1.8 corsia verso Valdagno
C1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.8 corsia verso Valdagno
D	S1.7 corsia verso Valdagno	S1.7 corsia verso Valdagno
D1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.7 corsia verso Valdagno
E	S1.6 corsia verso Valdagno	S1.6 corsia verso Valdagno
E1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.6 corsia verso Valdagno
F	S1.5 corsia verso Valdagno	S1.5 corsia verso Valdagno
F1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.5 corsia verso Valdagno
G	S1.4 corsia verso Valdagno	S1.4 corsia verso Valdagno
G1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.4 corsia verso Valdagno
H	S1.3 corsia verso Valdagno	S1.3 corsia verso Valdagno
H1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.3 corsia verso Valdagno
I	S1.2 corsia verso Valdagno	S1.2 corsia verso Valdagno
I1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.2 corsia verso Valdagno
L	S1.1 corsia verso Valdagno	S1.1 corsia verso Valdagno
L1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.1 corsia verso Valdagno
M	S1.0 corsia verso Valdagno	S1.0 corsia verso Valdagno
M1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.0 corsia verso Valdagno
N	S1.0 corsia verso Schio	S1.0 corsia verso Schio

Lo sperimentatore

p.i. Marco Busolo

Rapporto di prova n° 106 /9/01

Il responsabile

dott. ing. Marco E. M. Pesavento

MSTC98b

pag. 1 di 4



TECHNOPROVE Srl

Prove di laboratorio / in sito e controlli per l'industria delle costruzioni - Laboratorio geotecnico e chimico

Viale dell'Industria 22 - 36100 VICENZA
Tel./Fax: 0444 966121 / 966129 - Email: techno@technoprove.it - Internet: www.technoprove.it
Cod. fisc. 04635880588 - Part. IVA 01869370245 - Soc. Unipersonale - PEC: technoprove@pec.it

Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture per prove sui materiali da costruzione e le terre - L. 1086/71 - DPR 380/01
Sistema Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2015

N1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.0 corsia verso Schio
O	S1.1 corsia verso Schio	S1.1 corsia verso Schio
O1	Vite M10 ancorata in cls.	S1.1 corsia verso Schio

Estrazione (pull-out) in sito di barre ancorate in cls.

Norma:

Ver.:

Cod.: PND031

Risultati di prova:

Identificazione provino	del richiedente	Esito				Esame visivo
		Carico imposto 2.5 kN	Carico imposto 5 kN	Carico imposto 7.5 kN	Carico imposto 10 kN	
A1	S1.10 Valdagno	positivo	positivo	positivo	positivo	nessun sfilamento o spostamento
B1	S1.9 Valdagno	positivo	positivo	positivo	positivo	nessun sfilamento o spostamento
C1	S1.8 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
D1	S1.7 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
E1	S1.6 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
F1	S1.5 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
G1	S1.4 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
H1	S1.3 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
I1	S1.2 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
L1	S1.1 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
M1	S1.0 Valdagno	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
N1	S1.0 Schio	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento
O1	S1.1 Schio	/	/	/	positivo	nessun sfilamento o spostamento

Note:

1. Su indicazione della Direzione Lavori/Richiedente, è stato raggiunto il carico 10 kN, mantenuto per 2 minuti, e quindi scaricato; ad eccezione delle posizioni A1-B1 nelle quali si è dapprima raggiunto il carico di 2.5 kN, mantenuto per 2 minuti, quindi aumentato fino a 5 kN, mantenuto per 2 minuti, quindi aumentato fino a 7.5 kN, mantenuto per 2 minuti, quindi aumentato fino a 10 kN, mantenuto per 2 minuti, e quindi scaricato.

Data di prova: 11/06/19

Attrezzature principali:

Attrezzatura per pull-out
Manometro digitale da 500 bar
Calibro digitale Mitutoyo da 150 mm

Fischer Italia S.r.l.
AEP Transducers S.r.l.
Mitutoyo

n° interno:

134
567
181

Lo sperimentatore

p.i. Marco Busolo

Marco Busolo

Il responsabile

dott. ing. Marco E. M. Pesavento

Marco Pesavento

Rapporto di prova n° 106 /9/01

MSTC98b

pag. 2 di 4



TECHNOPROVE Srl

Prove di laboratorio / in sito e controlli per l'industria delle costruzioni - Laboratorio geotecnico e chimico

Viale dell'Industria 22 - 36100 VICENZA
Tel./Fax: 0444 966121 / 966129 - Email: techno@technoprove.it - Internet: www.technoprove.it
Cod. fisc. 04635880588 - Part. IVA 01869370245 - Soc. Unipersonale - PEC: technoprove@pec.it

Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture per prove sui materiali da costruzione e le terre - L. 1086/71 - DPR 380/01
Sistema Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2015

Indice sclerometrico

Norma: **UNI EN 12504-2** Ver.: **2012**

Cod.: PND005

Risultati di prova:

Identificazione posizione		Indice sclerometrico											Angolo di inclinazione	Resistenza a compressione (1)
interna	del richiedente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	media	°	MPa
A	S1.10 Valdagno	58	59	63	54	58	56	54	60	58	54	57.4	+ 90	69.5
B	S1.9 Valdagno	54	52	58	56	56	58	52	54	56	56	55.2	+ 90	64.5
C	S1.8 Valdagno	56	58	58	56	58	60	58	56	54	56	57.0	+ 90	68.6
D	S1.7 Valdagno	56	58	60	54	54	56	58	56	56	56	56.4	+ 90	67.2
E	S1.6 Valdagno	58	58	58	60	56	56	58	60	58	58	58.0	+ 90	70.9
F	S1.5 Valdagno	54	54	52	52	50	54	50	50	52	52	52.0	+ 90	57.4
G	S1.4 Valdagno	52	54	56	50	52	54	54	56	52	52	53.2	+ 90	60.1
H	S1.3 Valdagno	58	60	58	56	56	58	60	58	56	58	57.8	+ 90	70.5
I	S1.2 Valdagno	58	60	60	60	56	58	56	58	58	56	58.0	+ 90	70.9
L	S1.1 Valdagno	52	50	54	52	52	50	52	50	52	54	51.8	+ 90	57.0
M	S1.0 Valdagno	54	56	54	56	56	58	58	56	54	56	55.8	+ 90	65.9
N	S1.0 Schio	42	44	44	46	42	48	44	46	42	48	44.6	+ 90	42.2
O	S1.1 Schio	58	60	62	60	58	56	56	56	58	58	58.2	+ 90	71.4

Note:

1. Valore ricavato dalla curva di correlazione standard fornita con lo strumento.
2. Determinazioni eseguite sulla volta della galleria.

Data di prova: 11/06/19

Attrezzature principali:

Sclerometro Schmidt

Proceq SA

n° interno:

3

Termometro digitale Delta Ohm - 2

Delta Ohm

261

Lo sperimentatore

p.i. Marco Busolo

Marco Busolo

Il responsabile

dott. ing. Marco E. M. Pesavento

Marco Pesavento

Rapporto di prova n° 106 /9/01

MSTC98b

pag. 3 di 4



TECHNOPROVE Srl

Prove di laboratorio / in sito e controlli per l'industria delle costruzioni - Laboratorio geotecnico e chimico

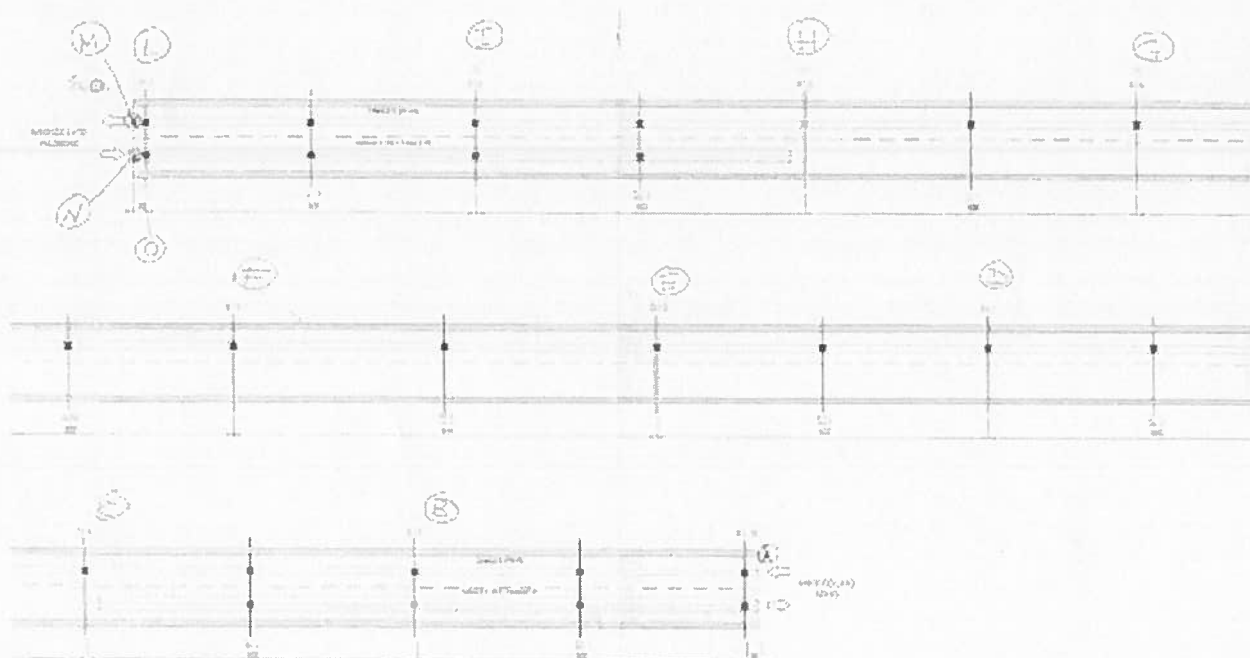
Viale dell'Industria 22 - 36100 VICENZA

Tel./Fax: 0444 966121 / 966129 - Email: techno@technoprove.it - Internet: www.technoprove.it

Cod. fisc.: 04835880588 - Part. IVA: 01869370245 - Soc. Unipersonale - PEC: technoprove@pec.it

Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture per prove sui materiali da costruzione e le terre - L. 1086/71 - DPR 380/01
Sistema Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2015

Ubicazione posizioni di prova



Lo sperimentatore

p.i. Marco Busolo

Marco Busolo

Rapporto di prova n° 106 /9/01

Il responsabile

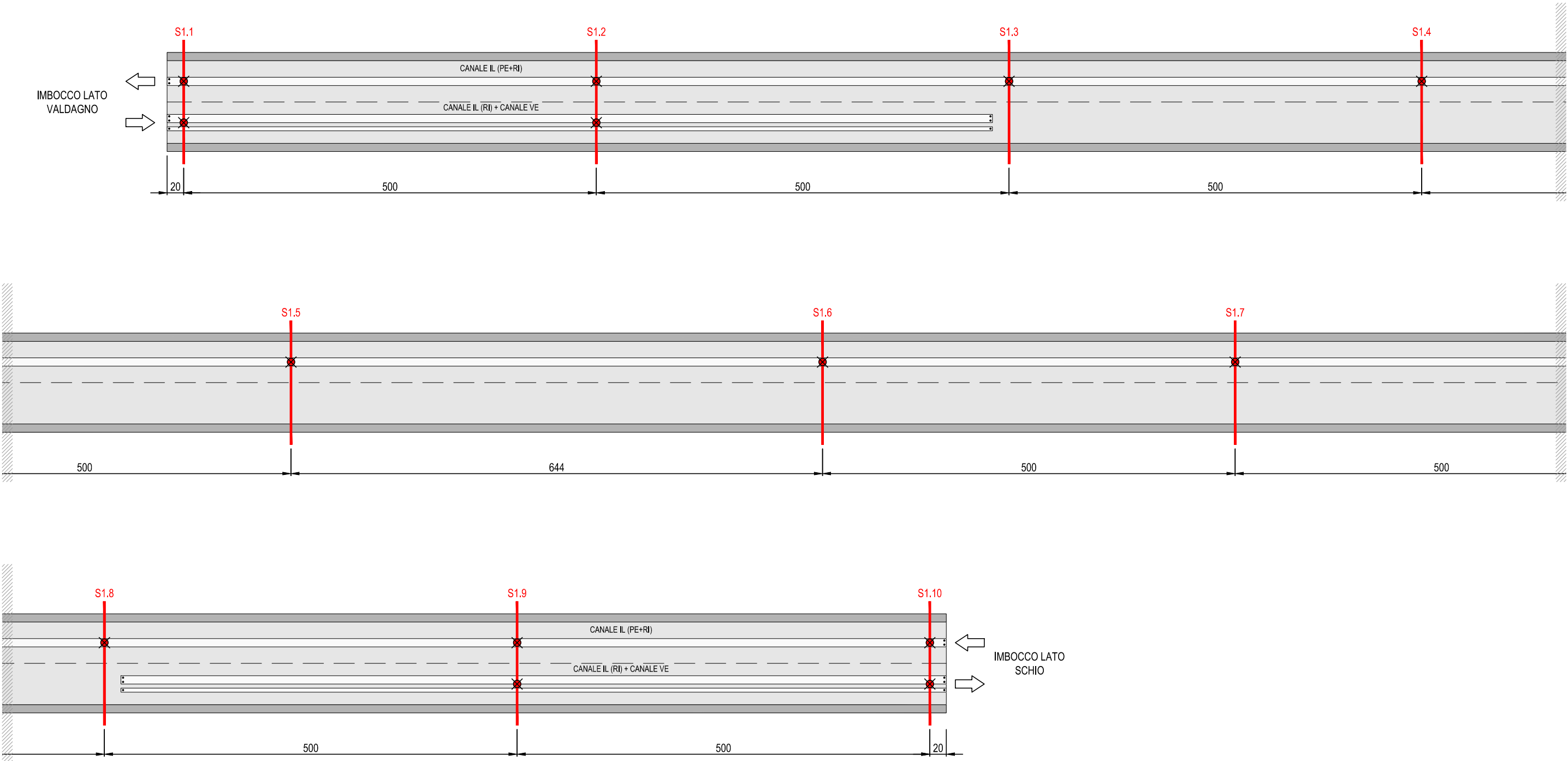
dott. ing. Marco E. M. Pesavento

Marco Pesavento

MSTC98b

pag. 4 di 4

PLANIMETRIA GALLERIA SCHIO-VALDAGNO
INDICAZIONE PUNTI DI VERIFICA TASSELLI - SCALA 1:5000



LEGENDA SIMBOLI	
	CANALE 100x75 mm
	CANALE 200x75 mm
	SEZIONE DI VERIFICA
	PUNTO DI VERIFICA TASSELLI

ALLEGATO 3

REPORT DELLE MISURE ILLUMINOTECNICHE

ILLUMINAZIONE PERMANENTE DIREZIONE VALDAGNO

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 ²]	1,11	1,90	1,20	1,80	1,20	1,10	1,25
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	1,30	1,20	1,20	1,20	1,40	1,50	1,00
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	2,39	2,00	1,80	2,30	1,50	1,50	1,20
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	2,30	2,30	2,40	1,90	2,10	1,80	2,10
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	2,14	2,00	2,00	2,20	2,00	2,00	2,20
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	2,80	1,60	1,40	1,60	1,40	1,50	1,60
	Luminanza media trasversale corsia - L _{mt} [cd/m ²]	2,01	1,83	1,67	1,83	1,60	1,57	1,56
	Uniformità trasversale corsia - U _t [L _{mint} /L _{mt}]	0,55	0,65	0,72	0,65	0,75	0,70	0,64
	Luminanza media - L _m [cd/m ²] (≥ 2,8 cd/m ²)	1,72						
	Uniformità generale - U ₀ (Min ≥ 0,5)	0,58						
	Uniformità longitudinale - U _l (Min ≥ 0,7)	0,91						
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,5)	0,55						
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 ²]	3,33	3,30	3,00	3,30	3,00	2,80	3,00
	Fila di calcolo 2 - h=1m [cd/m ²]	2,11	2,50	2,20	2,70	2,10	1,90	2,30
	Luminanza media trasversale parete - L _{mt} [cd/m ²]	2,72	2,90	2,60	3,00	2,55	2,35	2,65
	Uniformità trasversale parete - U _t [L _{mint} /L _{mt}]	0,78	0,86	0,85	0,90	0,82	0,81	0,87
	Luminanza media - L _m [cd/m ²]	2,68						
	Uniformità generale - U ₀ (Min ≥ 0,4)	0,71						
	Uniformità longitudinale - U _l (Min ≥ 0,6)	0,84						
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,4)	0,78						
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	155,6%						

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 ²]	2,20	2,30	2,50	2,50	2,30	2,30	2,20
	Fila di calcolo 2 - h=1m [cd/m ²]	1,60	1,80	1,90	1,90	2,00	1,80	2,10
	Luminanza media trasversale parete - L _{mt} [cd/m ²]	1,90	2,05	2,20	2,20	2,15	2,05	2,15
	Uniformità trasversale parete - U _t [L _{min} /L _{mt}]	0,84	0,88	0,86	0,86	0,93	0,88	0,98
	Luminanza media - L _m [cd/m ²]	2,10						
	Uniformità generale - U ₀ (Min ≥ 0,4)	0,76						
	Uniformità longitudinale - U _l (Min ≥ 0,6)	0,88						
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,4)	0,84						
	Rapporto luminanza parete sx/corsia marcia (Min > 60%)	121,8%						

NOTE		
1	Tensione di alimentazione apparecchi permanente [V]	206

ILLUMINAZIONE PERMANENTE DIREZIONE SCHIO

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 ²]	1,86	1,91	2,04	1,92	1,80	1,80	1,57
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	2,30	2,35	2,28	2,27	2,07	2,17	2,04
	Fila di calcolo 5 [cd/m ²]	2,80	2,90	2,92	2,86	2,58	2,80	2,78
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	1,97	2,15	2,00	2,00	2,16	1,83	1,71
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	1,10	1,20	1,24	1,23	1,13	1,25	1,29
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	1,13	1,19	1,10	0,91	0,97	0,93	0,74
	Luminanza media trasversale corsia - L _{mt} [cd/m ²]	1,86	1,95	1,93	1,87	1,79	1,80	1,69
	Uniformità trasversale corsia - U _t [L _{mint} /L _{mt}]	0,59	0,61	0,57	0,49	0,54	0,52	0,44
	Luminanza media - L _m [cd/m ²] (≥ 2,8 cd/m ²)	1,84						
	Uniformità generale - U ₀ (Min ≥ 0,5)	0,40						
	Uniformità longitudinale - U _l (Min ≥ 0,7)	0,85						
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,5)	0,44						
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 ²]	2,20	2,16	2,17	2,86	2,18	1,99	1,93
	Fila di calcolo 2 - h=1m [cd/m ²]	1,80	2,40	1,60	1,85	2,02	1,87	1,78
	Luminanza media trasversale parete - L _{mt} [cd/m ²]	2,00	2,28	1,89	2,36	2,10	1,93	1,86
	Uniformità trasversale parete - U _t [L _{mint} /L _{mt}]	0,90	0,95	0,85	0,79	0,96	0,97	0,96
	Luminanza media - L _m [cd/m ²]	2,06						
	Uniformità generale - U ₀ (Min ≥ 0,4)	0,78						
	Uniformità longitudinale - U _l (Min ≥ 0,6)	0,67						
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,4)	0,79						
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	111,9%						

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 ²]	2,90	2,90	3,43	3,60	3,00	2,79	3,03
	Fila di calcolo 2 - h=1m [cd/m ²]	2,30	1,94	2,00	2,34	1,98	1,78	2,04
	Luminanza media trasversale parete - L _{mt} [cd/m ²]	2,60	2,42	2,72	2,97	2,49	2,29	2,54
	Uniformità trasversale parete - U _t [L _{min} /L _{mt}]	0,88	0,80	0,74	0,79	0,80	0,78	0,80
	Luminanza media - L _m [cd/m ²]	2,57						
	Uniformità generale - U ₀ (Min ≥ 0,4)	0,69						
	Uniformità longitudinale - U _l (Min ≥ 0,6)	0,78						
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,4)	0,74						
	Rapporto luminanza parete sx/corsia marcia (Min > 60%)	139,9%						

NOTE		
1	Tensione di alimentazione apparecchi permanente [V]	207

ILLUMINAZIONE DI RINFORZO

CORSIA DI MARCIA	Progressiva [m]	15,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	175,00	200,00
	Fila di calcolo 3 [cd/m ²]	185,00	180,00	100,00	59,00	28,00	14,00	9,10	7,30	2,90
	Fila di calcolo 2 [cd/m ²]	105,00	105,00	78,00	39,00	19,00	10,00	8,50	6,80	2,50
	Fila di calcolo 1 [cd/m ²]	80,00	65,00	48,00	28,00	18,00	8,00	5,60	4,80	2,33
	Luminanza media trasversale corsia - L _{mt} [cd/m ²]	123,3	116,7	75,3	42,0	21,7	10,7	7,7	6,3	2,6
	Uniformità trasversale corsia - U _t [L _{min} /L _{mt}]	0,65	0,56	0,64	0,67	0,83	0,75	0,72	0,76	0,90
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,5)	0,56								

PARETE DESTRA	Progressiva [m]	15,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	175,00	200,00
	Fila di calcolo 1 - h=1,7m [cd/m ²]	75,00	80,00	52,00	27,00	15,00	8,70	6,90	6,50	2,60
	Fila di calcolo 2 - h=1m [cd/m ²]	59,00	40,00	25,00	9,00	6,50	6,00	2,80	4,00	1,91
	Luminanza media trasversale parete - L _{mt} [cd/m ²]	67,00	60,00	38,50	18,00	10,75	7,35	4,85	5,25	2,26
	Uniformità trasversale parete - U _t [L _{min} /L _{mt}]	0,88	0,67	0,65	0,50	0,60	0,82	0,58	0,76	0,85
	Valore minimo U _t (Min ≥ 0,4)	0,50								
	Rapporto luminanza parete dx/corsia marcia (Min > 60%)	42,9%								

NOTE

1	Tensione di alimentazione apparecchi permanente [V]	212	Prima lampada lato Schio
	Presenza barriera/delineatore che ostacolava la misura		
	Presenza di estintore in prossimità del punto di misura		