

## ALLEGATO 5

---





SOCIETA' ITALIANA TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS  
Sede legale: Frazione San Giuliano, 2 – 10051 SUSA (TO)

## A32 TORINO – BARDONECCHIA

### PROPOSTA DI PIANO DI SORVEGLIANZA AI SENSI DELLA “CIRCOLARE MIMS n.152 del 09/04/2021”



GALLERIA: **PRAPONTIN**

ELABORATO OGGETTO DI TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE AL  
POLITECNICO DI TORINO, INDIRIZZO INFRASTRUTTURE E SISTEMI DI TRASPORTO

TITOLO DELLA TESI: LA SICUREZZA DEI RIVESTIMENTI IN GALLERIA: IL PIANO DI SORVEGLIANZA.  
CASO STUDIO DELLA GALLERIA PRAPONTIN DELL'AUTOSTRADA A32 TORINO-BARDONECCHIA

**Relatore:**  
Prof. Bernardino CHIAIA

**Correlatori:**  
Ing. Luca PERRONE  
Ing. Federico SANDRETTI

A.A. 2021/2022

**Candidato:**  
Silvia Jannon  
Matricola: 269294



**Politecnico  
di Torino**



## Sommario

1. Premessa .....	4
2. Descrizione dell'opera.....	7
2.1. Caratteristiche generali.....	8
2.2. Caratteristiche geometriche .....	9
2.3. Contesto geologico e geotecnico.....	14
2.4. Ispezione di "punto zero" .....	15
3. Inquadramento delle ispezioni.....	17
4. Manuale d'Uso .....	19
Elenco dei corpi d'opera .....	21
Unità tecnologiche.....	21
4.01. Struttura della galleria .....	23
4.01.01. Rivestimento .....	23
4.01.02. Arco rovescio.....	24
4.01.03. Impermeabilizzazione .....	24
4.02. Superficie stradale .....	26
4.02.01. Sistema di drenaggio.....	26
4.02.02. Carreggiata.....	26
4.02.03. Marciapiedi di servizio .....	27
4.02.04. Piazzole di sosta .....	27
4.03. By-pass.....	28
4.03.01. Strutture in acciaio.....	28
4.03.02. Infissi e portoni metallici/maniglioni e leveraggi.....	28
4.03.03. Area pavimentata fronte by-pass .....	29
4.04. Segnaletica stradale.....	30
4.04.01. Segnaletica di sicurezza.....	31
4.04.02. Cartelli segnaletici verticali .....	31
4.04.03. Sostegni, supporti, accessori vari.....	31
4.04.04. Inserti stradali .....	32
4.04.05. Strisce longitudinali.....	32
4.05. Sistemi di sicurezza stradale .....	34
4.05.01. Sistema di illuminazione .....	34
4.05.02. Sistema di sicurezza .....	34
4.05.03. Dispositivi di ritenuta .....	35

4.05.04. Attenuatore d'urto.....	35
4.06. Impianti.....	36
4.06.01. Impianto di illuminazione .....	36
4.06.02. Impianto di ventilazione .....	37
4.06.03. Impianto elettrico .....	37
4.06.04. Impianto SOS.....	38
4.06.05. Impianto idrico antincendio.....	38
5. Manuale di Manutenzione .....	39
Elenco dei corpi d'opera .....	39
Unità tecnologiche.....	40
5.01. Struttura della galleria .....	41
5.01.01. Rivestimento .....	41
5.01.02. Arco rovescio.....	43
5.01.03. Impermeabilizzazione .....	43
5.02. Superficie stradale .....	44
5.02.01. Sistema di drenaggio.....	44
5.02.02. Carreggiata.....	45
5.02.03. Marciapiedi di servizio .....	46
5.02.04. Piazzole di sosta .....	47
5.03. By-pass.....	49
5.03.01. Strutture in acciaio.....	49
5.03.02. Infissi e portoni metallici/maniglioni e leveraggi.....	50
5.03.03. Area pavimentata fronte by-pass .....	50
5.04. Segnaletica stradale.....	52
5.04.01. Segnaletica di sicurezza.....	52
5.04.02. Cartelli segnaletici verticali .....	53
5.04.03. Sostegni, supporti, accessori vari.....	54
5.04.04. Inserti stradali .....	54
5.04.05. Strisce longitudinali.....	55
5.05. Sistemi di sicurezza stradale .....	56
5.05.01. Sistema di illuminazione .....	56
5.05.02. Sistema di sicurezza .....	57
5.05.03. Dispositivi di ritenuta .....	57
5.05.04. Attenuatore d'urto.....	58
5.06. Impianti.....	60

5.06.01. Impianto di illuminazione .....	60
5.06.02. Impianto di ventilazione .....	61
5.06.03. Impianto elettrico .....	62
5.06.04. Impianto SOS.....	63
5.06.05. Impianto idrico antincendio.....	64
6. Programma di Manutenzione .....	66
6.1. Sottoprogramma delle prestazioni .....	67
6.1.01. Struttura della galleria .....	67
6.1.02. Superficie stradale .....	68
6.1.03. By-pass.....	69
6.1.04. Segnaletica stradale.....	70
6.1.05. Sistemi di sicurezza stradale .....	71
6.1.06. Impianti.....	72
6.2. Sottoprogramma dei controlli .....	73
6.2.01. Struttura della galleria .....	73
6.2.02. Superficie stradale .....	74
6.2.03. By-pass.....	75
6.2.04. Segnaletica stradale.....	76
6.2.05. Sistemi di sicurezza stradale .....	77
6.2.06. Impianti.....	78
6.3. Sottoprogramma degli interventi .....	81
6.3.01. Struttura della galleria .....	81
6.3.02. Superficie stradale .....	82
6.3.03. By-pass.....	83
6.3.04. Segnaletica stradale.....	84
6.3.05. Sistemi di sicurezza stradale .....	85
6.3.06. Impianti.....	86

## 1. Premessa

Il presente documento costituisce una proposta del Piano di Sorveglianza della galleria Prapontin, facente parte dell'Autostrada A32 Torino-Bardonecchia, ed è redatto per conto della SITAF SpA (Società Italiana Traforo Autostradale del Frejus), società concessionaria dell'autostrada in questione, coerentemente a quanto previsto nella Circolare del Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili prot. 152 del 09/04/2021.

Per la corretta manutenzione di un'opera è necessario partire da una pianificazione esaustiva e completa, che contempli sia l'opera nel suo insieme, sia tutti i componenti e gli elementi tecnici manutenibili; ecco, pertanto, la necessità di redigere, già in fase progettuale, un documento che si può definire dinamico, in quanto deve seguire il manufatto in tutto il suo ciclo di vita. Tale documento si basa su un nuovo approccio per le attività di sorveglianza e gli interventi di manutenzione delle gallerie, finalizzate ad aumentarne la sicurezza e migliorarne l'efficienza. A seguito delle ispezioni effettuate per valutare "ex novo" lo stato di consistenza dei rivestimenti della specifica galleria, il presente piano prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione della struttura e degli interventi di ripristino al fine di mantenere nel tempo la funzionalità e la qualità dell'opera.

Si specifica che tale documento è relativo alle sole componenti strutturali dell'opera: per gli altri elementi civili non strutturali, per gli impianti o le dotazioni di sicurezza, si deve far riferimento allo specifico Piano di Manutenzione. Inoltre, il piano prevede l'esecuzione di controlli solo sulle porzioni visibili dell'opera; per quelle non direttamente ispezionabili, come ad esempio l'arco rovescio, è prevista un'osservazione indiretta volta ad individuare eventuali anomalie su elementi visibili che possano essere sintomatiche di problematiche su quelli non accessibili.

Come indicato nella Circolare MIMS del 9.4.2021, il Piano di Sorveglianza recepisce le specifiche del Piano di Manutenzione redatto ai sensi del D.P.R. n. 207/2010, il quale è a sua volta articolato nei seguenti documenti operativi:

- **Manuale d'Uso** (capitolo 4): si descrive l'opera nel suo stato di conservazione al momento dell'ispezione e gli interventi di sistemazione temporanea effettuati specificando per ognuno di essi gli elementi manutenibili;
- **Manuale di Manutenzione** (capitolo 5): si descrivono per ciascun elemento manutenibile le anomalie riscontrabili e il livello minimo di prestazione, nonché i controlli e gli interventi di manutenzione possibili e la descrizione delle risorse necessarie per eseguirli;
- **Programma di Manutenzione** (capitolo 6): fornisce le indicazioni necessarie a programmare nel tempo le attività descritte dal Manuale d'Uso e dal Manuale di Manutenzione; è suddiviso



in sottoprogramma delle prestazioni, sottoprogramma dei controlli e sottoprogramma degli interventi.

Si allega, per completezza, il testo dell'Art. 38 del citato D.P.R. 207/2010 riguardante il Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti:

**Art. 38. Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti**

1. Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

2. Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, ed è costituito dai seguenti documenti operativi, salvo diversa motivata indicazione del responsabile del procedimento: a) il manuale d'uso; b) il manuale di manutenzione; c) il programma di manutenzione.

3. Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti significative del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità per la migliore utilizzazione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

4. Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni: a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate; b) la rappresentazione grafica; c) la descrizione; d) le modalità di uso corretto.

5. Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti significative del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

6. Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni: a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate; b) la rappresentazione grafica; c) la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo; d) il livello minimo delle prestazioni; e) le anomalie riscontrabili; f) le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente; g) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

7. Il programma di manutenzione si realizza, a cadenze prefissate temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola

in tre sottoprogrammi: a) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita; b) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche comprendenti, ove necessario, anche quelle geodetiche, topografiche e fotogrammetriche, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma; c) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

8. In conformità di quanto disposto all'articolo 15, comma 4, il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione, in considerazione delle scelte effettuate dall'esecutore in sede di realizzazione dei lavori e delle eventuali varianti approvate dal direttore dei lavori, che ne ha verificato validità e rispondenza alle prescrizioni contrattuali, sono sottoposte a cura del direttore dei lavori medesimo al necessario aggiornamento, al fine di rendere disponibili, all'atto della consegna delle opere ultimate, tutte le informazioni necessarie sulle modalità per la relativa manutenzione e gestione di tutte le sue parti, delle attrezzature e degli impianti.

9. Il piano di manutenzione è redatto a corredo di tutti i progetti fatto salvo il potere di deroga del responsabile del procedimento, ai sensi dell'articolo 93, comma 2, del codice.

Dal momento che il Piano di Sorveglianza deve essere redatto tenendo conto delle risultanze delle ispezioni e degli interventi effettivamente realizzati, costituirà per i cicli ispettivi successivi il principale documento di riferimento sulla base del quale registrare ogni eventuale evoluzione dello stato della galleria.

Si evidenzia che, alla data dell'elaborazione del presente documento, l'ispezione di "punto zero" all'interno della galleria Prapontin non è ancora stata effettuata in quanto essa è prevista per il mese di Marzo 2022. Di conseguenza, la valutazione del reale stato di consistenza della galleria necessario alla redazione del piano è avvenuta basandosi sulle ispezioni avvenute negli ultimi anni. Per questo motivo, il presente documento rappresenta solamente una proposta del reale Piano di Sorveglianza della galleria Prapontin, il quale potrà essere realizzato in seguito all'ispezione approfondita di assessment mediante un aggiornamento del documento in oggetto.

## 2. Descrizione dell'opera

L'opera oggetto del presente Piano di Sorveglianza è la galleria Prapontin che, attraversando i paesi di Bussoleno, Mattie e Susa con uno sviluppo di 4 441 m, è la seconda galleria più lunga dell'Autostrada A32 Torino-Bardonecchia, dopo la galleria Cels lunga 5 245 m.

L'autostrada di appartenenza della galleria, nota anche come Autostrada del Frejus, si sviluppa interamente nella provincia di Torino e, passando per la Valle di Susa, collega il capoluogo piemontese alla Francia tramite il Traforo del Frejus (Figura 1). Per quanto riguarda le strade europee, fa parte della E70, dorsale ovest-est che attraversa dieci nazioni europee e unisce La Coruna in Spagna con la Trebisonda in Turchia, con un percorso lungo 5 114 km.



Figura 1 – Inquadramento dell'Autostrada A32 e della galleria Prapontin

Entrata in esercizio nel 1995, è costituita da due forni, di due corsie ciascuno e collegati da 10 bypass interni, con traffico monodirezionale di lunghezza rispettivamente 4 327 metri per la canna nord, con direzione Bardonecchia (dalla Pk 29+045 alla Pk 33+372), e 4 363 metri per la canna sud, con direzione Torino (dalla Pk 33+397 alla Pk 29+034).

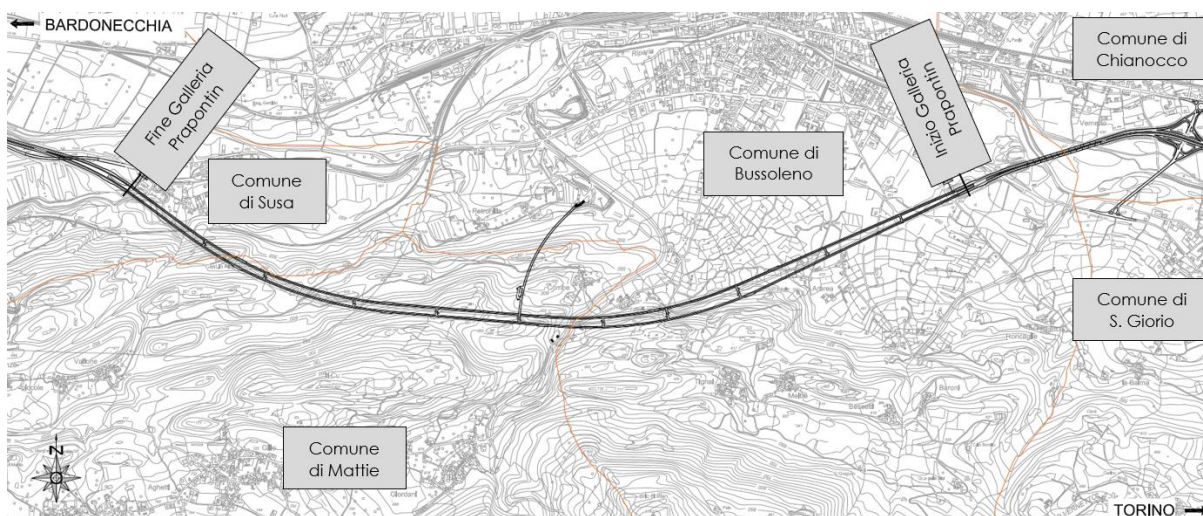


Figura 2 – Corografia della galleria Prapontin

## 2.1. Caratteristiche generali

La galleria, i cui imbocchi non si trovano a ridosso di opere d'arte rilevanti tali da condizionare la livelletta stradale, è stata costruita mediante scavo meccanico tradizionale ed è di tipo naturale con rivestimento in calcestruzzo; è inoltre presente un'impermeabilizzazione esterna con teli e tubi di drenaggio al piede delle murette. All'imbocco di valle (lato Torino) la galleria termina con un tratto in artificiale, di sviluppo rispettivamente 316 metri per il fornice nord e 307 metri per il fornice sud, con rivestimento armato e sezione trasversale dotata di soletta piana alla base. Parimenti, all'imbocco di monte (lato Bardonecchia), la galleria è stata realizzata prevedendo un tratto in artificiale di sviluppo rispettivamente di 62 metri per il fornice nord e 63 metri per il fornice sud. La sua sezione trasversale è dotata di arco rovescio per uno sviluppo complessivo rispettivamente di 1 164 metri per il fornice nord e 1 477 metri per quello sud mentre, per la restante parte, è senza arco rovescio.

Dal punto di vista morfologico l'opera si trova nella "Tratta 1 Rivoli-Susa" (dal km 0+000 al km 34+800 circa) dell'autostrada, caratterizzata da un andamento altimetrico semi-pianeggiante, da una sezione stradale tipo II CNR con 2+2 corsie da 3,75 m e da una velocità limite compresa tra i 100 km/h e i 130 km/h a seconda dei tratti. All'interno della galleria, invece, le corsie sono di larghezza minima pari a 3,50 m, risultando così conformi al limite di velocità ivi imposto, pari a 100 km/h.

Le successive tabelle sintetizzano le caratteristiche generali della galleria (Tabella 1 e Tabella 2):

Tabella 1 – Caratteristiche principali della canna di salita della galleria Prapontin

<b>Nome galleria e canna</b>	Galleria Prapontin – canna di salita
<b>Tratto autostradale di appartenenza</b>	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia
<b>Pk inizio e fine</b>	29+045 – 33+372
<b>Apertura al traffico</b>	1995
<b>Numero corsie</b>	2 corsie con traffico monodirezionale
<b>Contesto geotecnico</b>	Complesso di rocce e depositi estremamente vario
<b>Presenza di arco rovescio</b>	1 164 m
<b>Presenza di impermeabilizzazione</b>	Esterna con teli e tubi di drenaggio al piede delle murette
<b>Presenza di faglie e progressive</b>	32+709 - 32+739 circa
<b>Tipologia del rivestimento</b>	Rivestimento in calcestruzzo
<b>Spessore del rivestimento</b>	Variabile tra 45 e 70 cm
<b>Lunghezza della galleria</b>	4 327 m

Tabella 2 – Caratteristiche principali della canna di discesa della galleria Prapontin

<b>Nome galleria e canna</b>	Galleria Prapontin - canna di discesa
<b>Tratto autostradale di appartenenza</b>	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia
<b>Pk inizio e fine</b>	33+397 - 29+034
<b>Apertura al traffico</b>	1995
<b>Numero corsie</b>	2 corsie con traffico monodirezionale
<b>Contesto geotecnico</b>	Complesso di rocce e depositi estremamente vario
<b>Presenza di arco rovescio</b>	1 477 m
<b>Presenza di impermeabilizzazione</b>	Esterna con teli e tubi di drenaggio al piede delle murette
<b>Presenza di faglie e progressive</b>	32+739 - 32+709 circa
<b>Tipologia del rivestimento</b>	Rivestimento in calcestruzzo
<b>Spessore del rivestimento</b>	Variabile tra 45 e 70 cm
<b>Lunghezza della galleria</b>	4 363

## 2.2. Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche della generica sezione e della sezione nelle piazzole della galleria (4 nel fornice di discesa e 5 in quello di salita) sono riassumibili nelle tabelle (Tabella 3 e Tabella 4) e figure seguenti (Figura 3 e Figura 4).

Tabella 3 – Caratteristiche geometriche della sezione generica della galleria Prapontin

SEZIONE GENERICA	
Tipologia	Circolare
Distanza tra i piedritti [m]	9,83
Raggio [m]	5,05
Altezza al centro della piattaforma [m]	6,42
Larghezza della piattaforma [m]	8,00
Larghezza del marciapiede sinistro [m]	0,91
Larghezza del marciapiede destro [m]	0,91

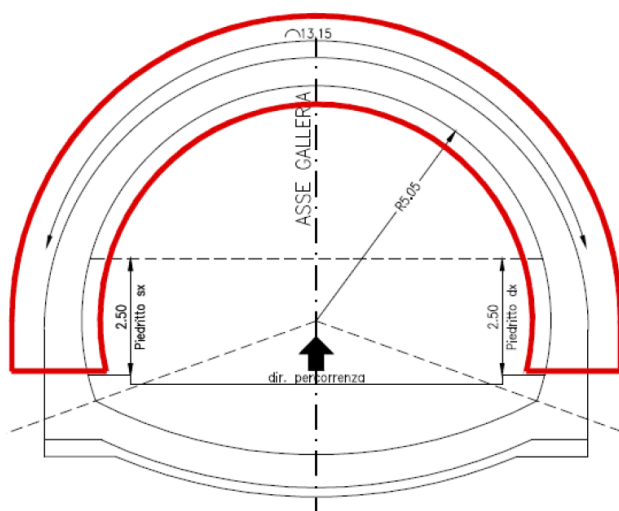


Figura 3 - Caratteristiche geometriche della sezione generica della galleria Prapontin

Tabella 4 – Caratteristiche geometriche della sezione in piazzola della galleria Prapontin

SEZIONE IN PIAZZOLA	
Tipologia	Circolare
Distanza tra i piedritti [m]	12,35
Raggio [m]	5,05 - 7,10
Altezza al centro della piattaforma [m]	7,08
Larghezza della piattaforma [m]	9,90
Larghezza del marciapiede sinistro [m]	0,93
Larghezza del marciapiede destro [m]	0,93

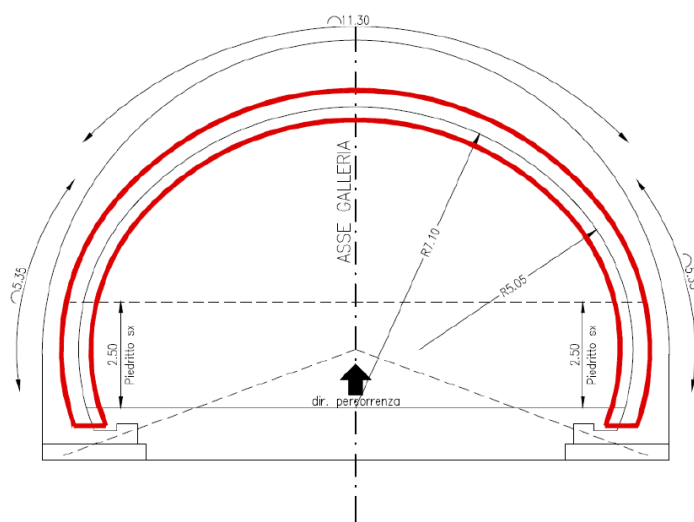


Figura 4 – Caratteristiche geometriche della sezione in piazzola della galleria Prapontin



Inoltre, si riportano le sezioni tipo in funzione della classe di scavo (la loro distribuzione lungo il profilo della galleria è indicata all'interno degli Allegati A.1.1\_S e A.1.1\_D):

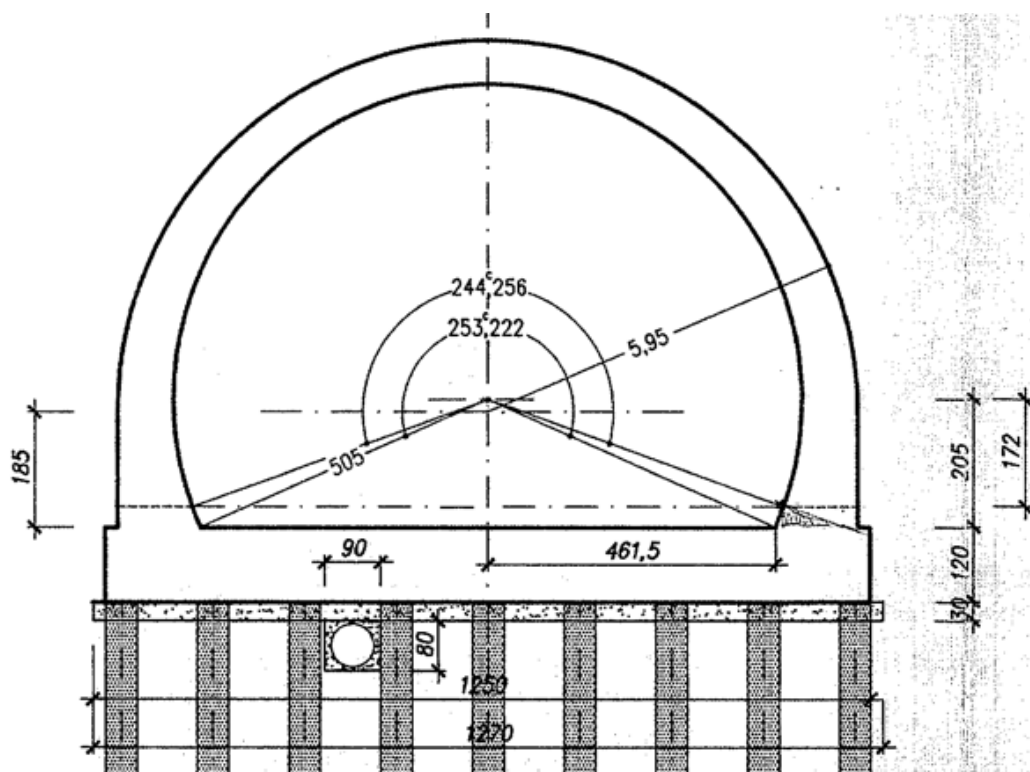


Figura 5 – Sezione tipo galleria artificiale

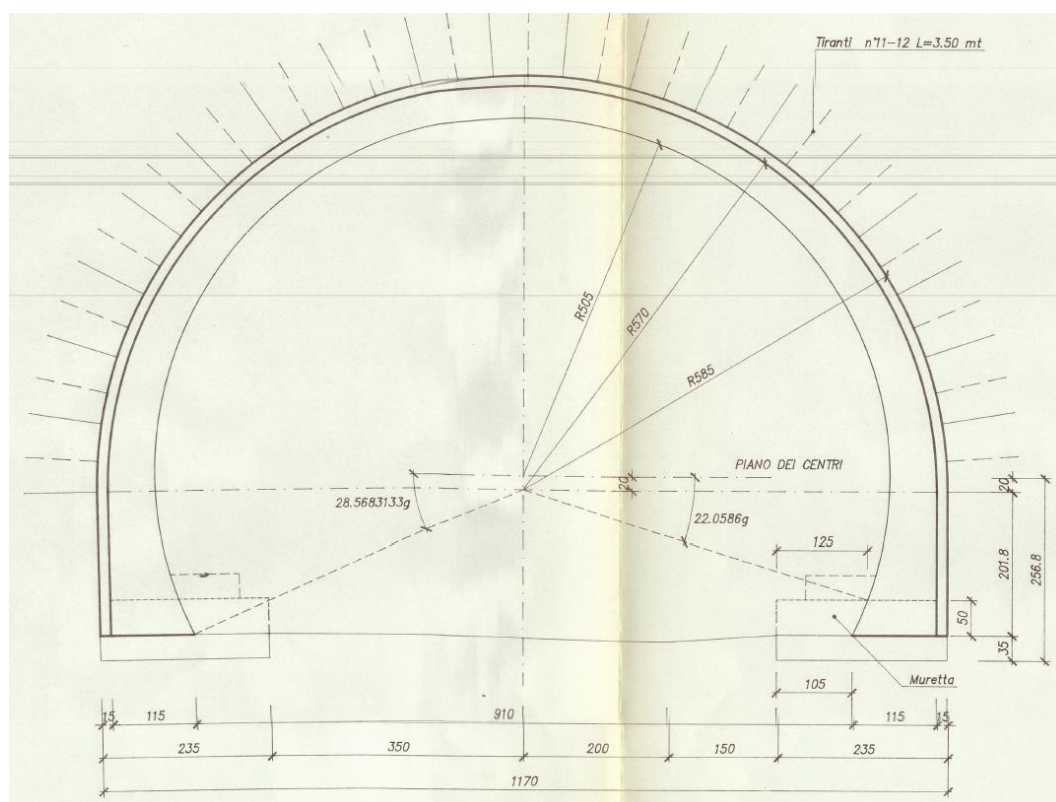


Figura 6 – Sezione tipo Classe III

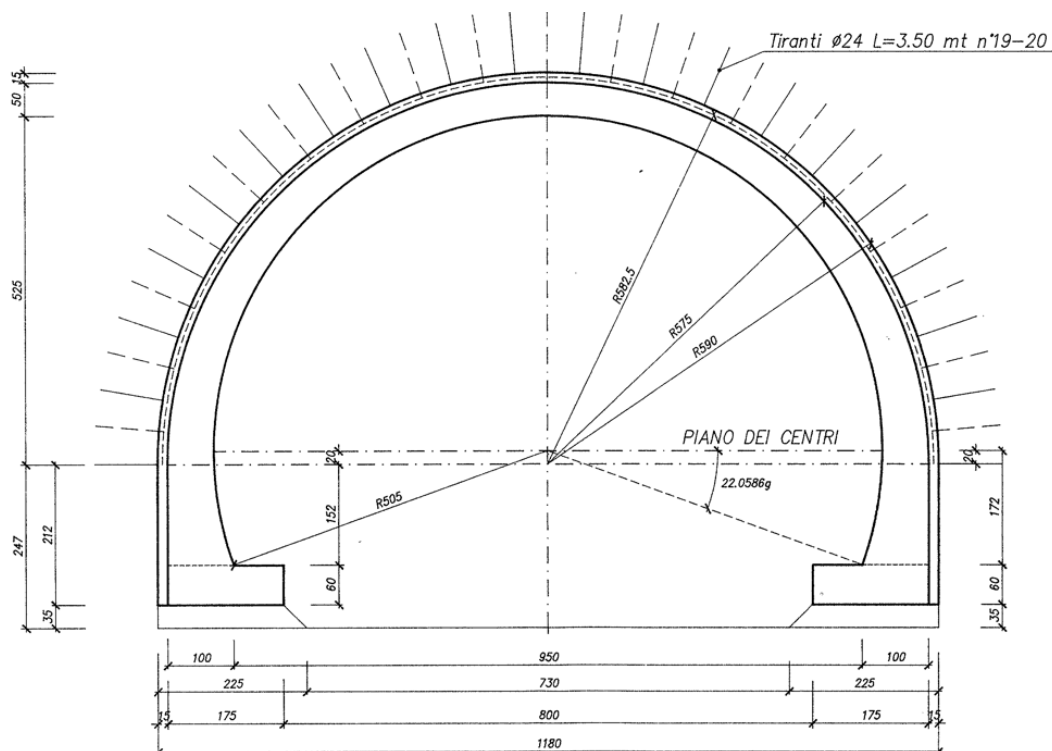


Figura 7 – Sezione tipo Classe IV senza arco rovescio

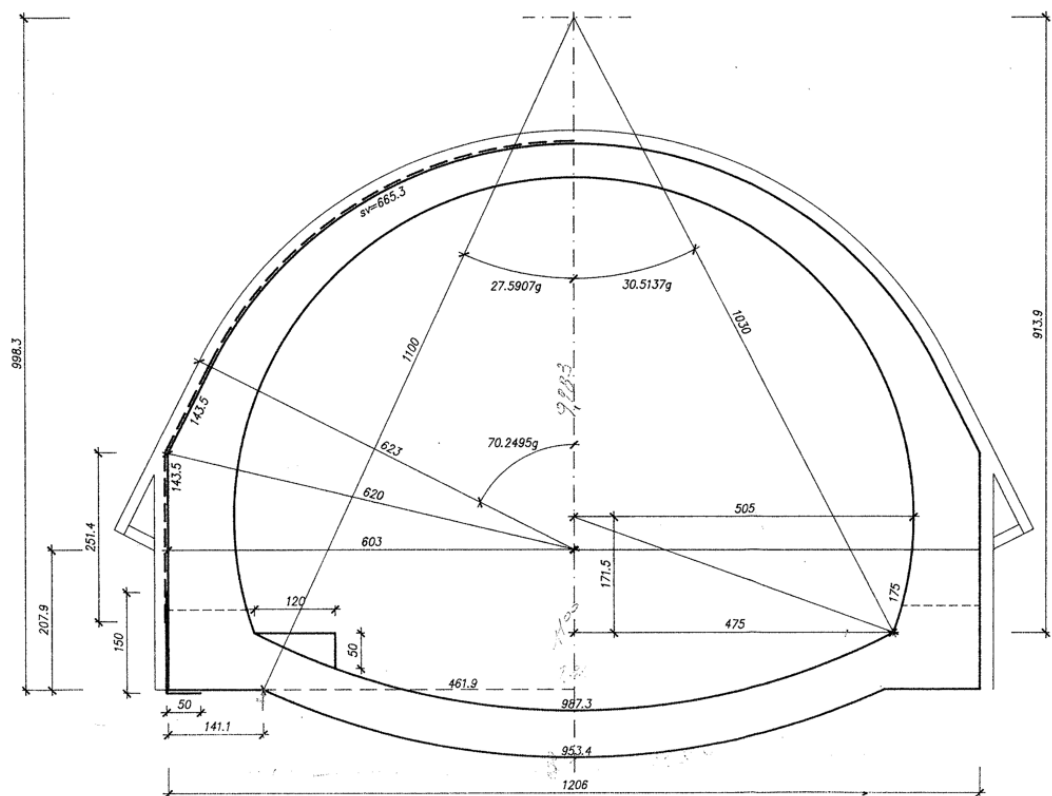


Figura 8 – Sezione tipo Classe IVa con arco rovescio



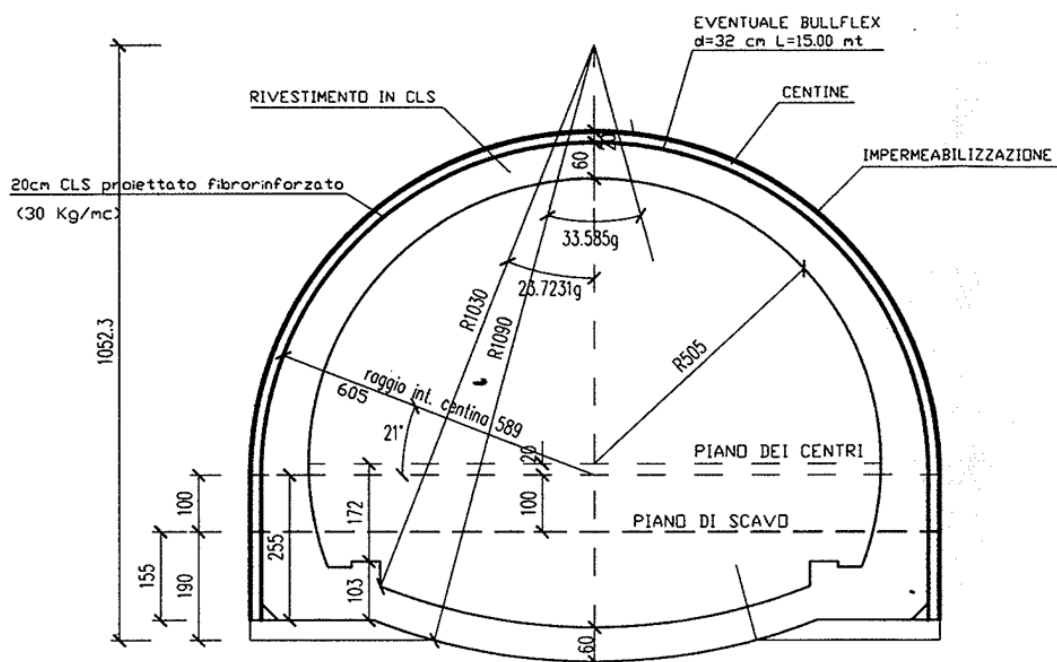


Figura 9 – Sezione tipo Classe Va con arco rovescio

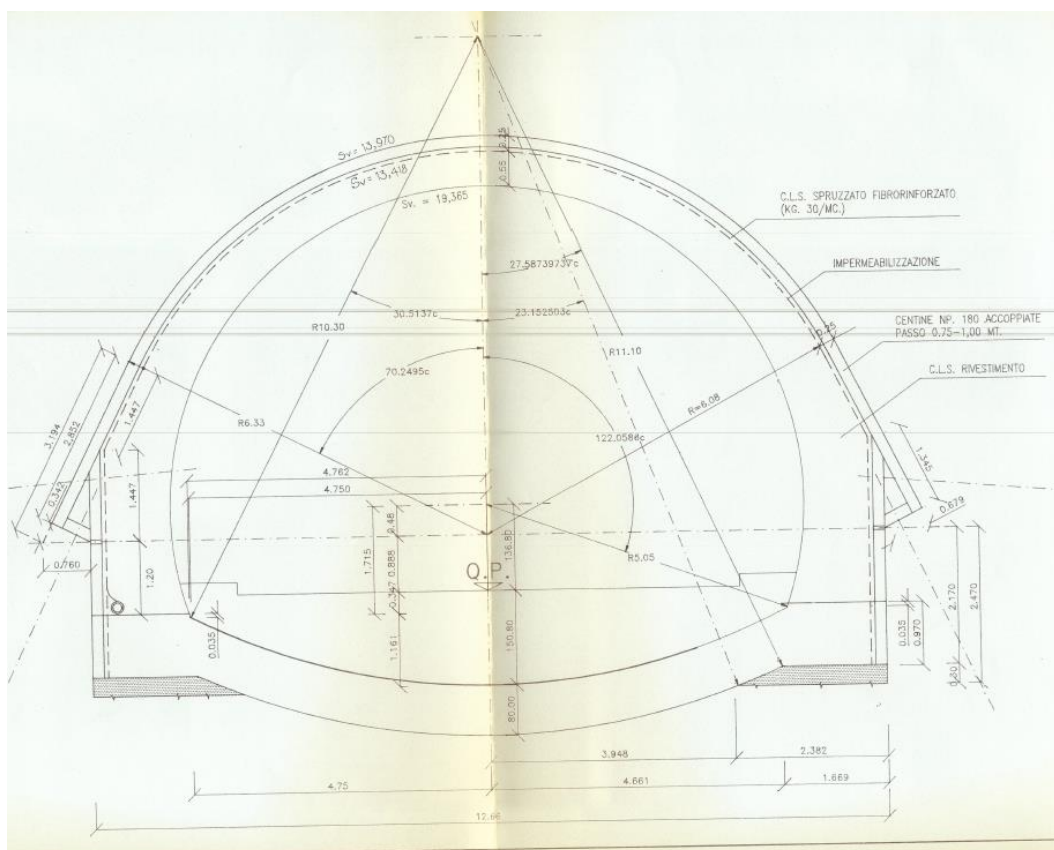


Figura 10 – Sezione tipo Classe Vc con arco rovescio

### 2.3. Contesto geologico e geotecnico

I tracciati delle gallerie in oggetto attraversano un complesso di rocce e depositi estremamente vario, sia per tipi litologici che caratterizzano le unità geologiche, sia per il particolare assetto geologico-strutturale.

Dal punto di vista geologico, l'area di studio ricade all'interno del dominio Pennidico delle Alpi Occidentali: sono presenti le unità di basamento del Dora Maira e del Massiccio d'Ambin, con le relative coperture, e le unità oceaniche generalmente attribuite alla zona piemontese. Tali unità sono separate da potenti orizzonti di scollamento che nella fattispecie costituiscono la Zona a Scaglie tettoniche di Venaus. In corrispondenza degli imbocchi di monte e valle i tunnel attraverseranno generalmente orizzonti di potenza variabile di depositi quaternari di differente natura e caratteristiche.

Si riportano qui di seguito i modelli geologici dei terreni che interessano la galleria oggetto della presente relazione e che sono stati desunti dalla documentazione tecnica relativa all'opera:

- Depositi di conoide alluvionale (di): si tratta di depositi rappresentati principalmente da ghiaie sabbioso-limose e da ghiaie ciottolose con sabbie. Non mancano orizzonti prevalentemente sabbiosi e livelli costituiti principalmente da ciottoli e blocchi in scarsa matrice sabbiosa;
- Dalla Pk 1+040 alla Pk 2+400 circa: Unità Dora-Maira. Le rocce che formano il basamento pretriassico di quest'unità sono degli orto-derivati suddivisi in due complessi: o Gneiss tipo "Pietra di Luserna" (a tale complesso appartengono i leucogneis a tormalina - DGLT e gli gneiss fengitici - DGL) o Metagranito di Borgone (si tratta di ortogneis occhadini di colore biancastro e aspetto massiccio - DGP);
- L'ammasso roccioso risulta caratterizzato da una scistosità molto penetrativa immergente generalmente verso NNW con inclinazione media di circa 45°. In base a questi dati l'asse del cunicolo sarà orientato a basso angolo rispetto alla scistosità;
- La presenza di disturbo tettonico è prevista tra le Pk 1+470 e 1+500 circa: tale zona è caratterizzata da una potenza metrica con possibile formazione di rocce di faglia;
- Possibile presenza di due zone caratterizzate da fratture sub verticali persistenti (master joint) in corrispondenza della Pk 1+550 e tra le Pk 2+080 e 2+100 circa;
- Presenza di Calcemicascisti delle Unità di copertura del massiccio Dora Maira: si tratta di micascisti passanti a calcescisti con associati livelli decimetrici di marmi impuri. I calcemicascisti presentano grana da media a fine, colore nocciola, grigio o nero e tessitura finemente scistosa. Talvolta sono presenti varietà di colore nero filladicrografitici. Intercalati ai calcemicascisti sono presenti lenti discontinue di meta gabbri;

- Presenza di una scistosità pervasiva con immersione verso NNW e inclinazione media di circa 40°, con presenza di locali ondulazioni;
- Presenza di una serie di lineamenti orientati con direzione ENE - WSW: in base alle osservazioni di terreno non è stato possibile verificare se tali lineamenti corrispondano a zone di faglia o se siano legati esclusivamente a fattori di carattere geomorfologico.

## 2.4. Ispezione di “punto zero”

Alla data della redazione del presente documento, l’ispezione di “punto zero” finalizzata a valutare “ex novo” lo stato di consistenza dei rivestimenti della galleria Prapontin non è ancora stata effettuata. Tuttavia, per il mese di Marzo 2022 è in previsione una campagna di indagine selettiva diretta all’assessment di tutte le gallerie dell’Autostrada A32, secondo quanto annunciato dalle linee guide emesse dal Ministero concedente sulla materia specifica. Il servizio ha l’obiettivo di eseguire un’ispezione straordinaria che, prendendo spunto dall’analisi di tutti i dati di base storici relativi alla costruzione ed esercizio delle gallerie, nonché dalle informazioni derivate dalle ispezioni straordinarie già condotte in passato, sia finalizzata all’acquisizione di tutte le ulteriori informazioni necessarie per completare il livello di conoscenza delle caratteristiche chimico/fisiche/meccaniche e tensionali dei materiali in opera.

In questo caso, in attesa dell’ispezione di “punto zero”, la valutazione del reale stato di consistenza della galleria è stata effettuata basandosi su due ispezioni avvenute negli ultimi anni:

- **L’ispezione approfondita annuale**, ai sensi del “Manuale Ispezioni Gallerie” del MIT, effettuata nei mesi di Settembre/Ottobre 2020;
- **L’ispezione preliminare trimestrale**, ai sensi della “Circolare LL.PP. n. 06736-61-A1 del 19/07/1967, effettuata nei mesi di Febbraio/Marzo 2021.

I difetti individuati in questa sede sono stati classificati, coerentemente a quanto prescritto nel Manuale di Ispezione, in funzione della loro gravità in 5 categorie (1, 2 ,2E ,3 ,3U) per i difetti civili e in 3 categorie (A1, A2, A2E) per le venute d’acqua e, in caso fosse associato un pericolo per la sicurezza degli utenti, contrassegnati dalla lettera S. Tutte le criticità contrassegnate da codice 3, 3U o S (S indipendentemente dalla difettosità di carattere strutturale) sono state sanate con degli interventi di messa in sicurezza a carattere provvisorio (MES) oppure con interventi di sistemazione definitiva (SID).

Tale modello di classificazione dei difetti, adottato come riferimento nel Manuale di Ispezione delle Gallerie emesso dal MIT nel maggio 2020, è derivato dall’organismo francese CETU e dal sistema di

classificazione dei difetti IQOA. Tuttavia, tale sistema dovrà essere aggiornato ponendo attenzione ai contenuti delle Linee Guida sulle gallerie che, in successione rispetto a quanto già avvenuto per i ponti stradali, sono state emesse dal Consiglio Superiori dei Lavori Pubblici e sono in attesa di approvazione da parte del MIMS. Nell'adozione di un nuovo modello di valutazione delle difettosità in galleria, si dovrà anche tener conto del fatto che gli attuali tipologici di progetto sono stati definiti per la risoluzione delle difettosità descritte nel modello IQOA e che pertanto, in assenza della possibilità di individuare una matrice di corrispondenza tra l'attuale ed un nuovo eventuale modello di classificazione, anche i tipologici di intervento dovranno essere ridefiniti a partire dai presupposti progettuali.

Gli interventi di sistemazione temporanea ivi definiti, volti a mettere in sicurezza la galleria, sono caratterizzati in generale da una vita utile variabile da 18 mesi a 3 anni. Essa dovrà quindi essere assegnata dal progettista, tenendo conto sia delle condizioni del rivestimento prima dell'intervento, sia dello specifico contributo dell'intervento stesso alla stabilizzazione nel tempo dello stato raggiunto con esso. Infine, con congruo anticipo rispetto al termine della vita utile nominale di ciascun intervento, ove non si sia potuta attuare/programmare la sua sostituzione con un intervento definitivo, sarà necessario procedere ad una rivalutazione della sua efficacia per consentire un'eventuale estensione della vita utile.

Con riferimento invece agli interventi di sistemazione definitiva, nei tratti in cui l'ispezione di "punto zero" abbia rivelato una situazione di difettosità diffusa per la quale è stato ritenuto opportuno provvedere alla rimozione del rivestimento originario e al suo rifacimento ex novo, per la manutenzione si applicano le prescrizioni relative al rivestimento in calcestruzzo.

Analogamente a quanto fatto in sede di ispezione, i controlli previsti dal presente Piano di Sorveglianza riguardano le sole porzioni strutturali a vista, mentre per quelle non direttamente ispezionabili (come ad esempio, arco rovescio, se presente) ci si dovrà limitare all'individuazione di anomalie sulle porzioni in vista che possano essere sintomatiche di criticità su tali elementi.

### 3. Inquadramento delle ispezioni

Ai fini di un'agevole gestione e pianificazione dei controlli sui singoli elementi che costituiscono l'opera, sono state definite delle ispezioni che prevedono l'esecuzione di determinati controlli in funzione del loro livello di approfondimento. In particolare, per una galleria sono previsti tre livelli di ispezione per i controlli di manutenzione:

- **Ispezione “Tipo 1” e “Tipo 2”:** hanno come scopo l'individuazione e la diagnosi dei fenomeni di decadimento prestazionale delle componenti degli interventi. Entrambe le ispezioni diventano, in caso di anomalie, l'ausilio indispensabile per la definizione di un intervento di ripristino o restauro funzionale delle parti ammalorate;
- **Ispezione “Tipo 3”:** ispezione una tantum volta a tenere sotto controllo una particolare problematica connessa ad un elemento o difetto specifico che ha, ad esempio, conseguenze più gravose per l'utenza.

Le tre tipologie di ispezione appena descritte si differenziano per il grado di approfondimento dei controlli previsti, le modalità esecutive e per il personale tecnico chiamato ad effettuarle (Tabella 5):

Tabella 5 – Caratteristiche delle ispezioni di Tipo 1, 2 e 3

	ISPEZIONE TIPO 1	ISPEZIONE TIPO 2	ISPEZIONE “UNA TANTUM” TIPO 3
TIPOLOGIA CONTROLLI	CONTROLLI VISIVI (DA TERRA) E/O (EVENTUALI) STRUMENTALI	CONTROLLI VISIVI (A DISTANZA DI CONTATTO) E STRUMENTALI	CONTROLLI VISIVI (A DISTANZA DI CONTATTO) E STRUMENTALI
OGGETTO DI CONTROLLO	TUTTI GLI ELEMENTI MANUTENIBILI A VISTA	TUTTI GLI ELEMENTI MANUTENIBILI SIA A VISTA SIA COPERTI LAMIERE	TASSELLI E CHIODI A VISTA, RIVESTIMENTO RICOSTRUITO CON ANELLI PREFABBRICATI
FREQUENZA	VARIABILE IN FUNZIONE DELLA ZONA 1-2-3 DELLA GALLERIA	VARIABILE IN FUNZIONE DELLA ZONA 1-2-3 DELLA GALLERIA	UNA TANTUM CON PERIODICITA' DIFFERENZIATA IN FUNZIONE DELL'OGGETTO
MODALITA' ESECUTIVA	DA TERRA (A PIEDI) E/O CON EVENTUALE SUPPORTO DI PLE SU ZONE PUNTUALI	DA TERRA E CON PLE	CON PLE
PERSONALE TECNICO	TECNICI DIPLOMATI	INGEGNERE	INGEGNERE

Esiste inoltre un'altra tipologia di ispezione, detta straordinaria, che però, non essendo programmabile a priori esula dal presente documento. Nel caso in cui l'opera presentasse segni di gravi anomalie (a seguito di ispezioni, attività di sorveglianza o monitoraggio), il tecnico dovrà promuovere ulteriori controlli specialistici: poiché non è detto che i controlli supplementari richiesti siano eseguibili immediatamente, è possibile che sia necessario programmare una nuova ispezione che prenderà quindi il carattere di ispezione straordinaria.

In generale, le ispezioni sono condotte da personale qualificato e comprendono l'ispezione puntuale di tutti gli elementi visibili dell'opera in modo tale da evidenziare, oltre ad eventuali anomalie già in atto, anche situazioni potenzialmente dannose che se non risolte potrebbero creare l'insorgere di altri fenomeni di degrado. Al termine delle ispezioni dovrà essere prodotta la relativa reportistica: i documenti redatti nell'ambito di ogni ispezione sono poi raccolti nella banca dati relativa all'opera in oggetto per una facile consultazione necessaria, come ad esempio la valutazione della velocità di sviluppo di un certo fenomeno di degrado.

## 4. Manuale d'Uso

Il Manuale d'Uso fornisce un insieme di informazioni che permettono di conoscere le corrette modalità di uso dell'opera, al fine di evitarne il degrado anticipato. Per una galleria il degrado anticipato si può evitare solo con un'attenta e regolare attività di ispezione che è disciplinata dal "Manuale di Manutenzione" (capitolo 5). Tale attività di ispezione deve essere definita basandosi sulla conoscenza dell'opera, che si traduce, nello specifico, nella conoscenza dei principali fenomeni di degrado in atto sui rivestimenti in calcestruzzo e nella conoscenza degli interventi di sistemazione temporanea o definitiva eseguiti.

Per le finalità del Piano di Sorveglianza l'opera viene considerata per zone:

- **ZONA 1:** include le aree in cui non è stato realizzato alcun intervento, ovvero le porzioni di rivestimento in cui, in sede di ispezione preliminare o di assessment, non sono stati riscontrati difetti tali da richiedere la realizzazione di interventi. In tali aree le ispezioni si svolgeranno secondo le specifiche definite nella Circ. Min. LL.PP. del 19/07/1967;
- **ZONA 2:** include le aree in cui sono stati realizzati interventi di natura temporanea (MES). Per essi le ispezioni di manutenzione saranno volte all'individuazione delle anomalie dei singoli elementi costituenti l'intervento;
- **ZONA 3:** include le aree in cui sono stati realizzati interventi di natura definitiva (SID). In questo caso, essendo il rivestimento realizzato ex novo, le ispezioni di manutenzione saranno volte all'individuazione dei difetti in accordo al Nuovo Catalogo Difetti allegato al "Manuale Ispezione Gallerie" emesso dal MIT.

Per il corretto svolgimento delle ispezioni in galleria, è necessario seguire la procedura sotto riportata:

1. L'ispettore dedicato ai controlli di manutenzione dovrà individuare le zone sopra richiamate sulla base di quanto riportato nella documentazione di progetto, ovvero, in caso di ispezione approfondita di assessment, negli album progettuali delle Schede di Intervento, distinte generalmente per interventi di risanamento superficiale e profondo. Nel caso, invece, in cui sia stata effettuata la sola ispezione preliminare, l'ispettore dedicato ai controlli di manutenzione potrà dedurre l'ubicazione degli interventi dalle tabelle presenti nel Report Ispettivo dove, in funzione della metrica della galleria e della posizione trasversale (calotta, reni, piedritti), vengono riportati i vari interventi a carattere provvisorio messi in opera.
2. Una volta individuate le aree ricadenti in Zona 2 e 3, l'ispettore dovrà controllare l'eventuale presenza di anomalie sugli interventi realizzati, partendo dalla documentazione prodotta in

fase di ispezione e in particolare, in caso di assessment, il Report Conclusivo e i già citati album delle Schede degli Interventi, corredate dalle tavole degli interventi tipologici e/o specifici.

Si propone il flusso di lavoro (Figura 11) che viene seguito per la definizione dei controlli da attuare sulle gallerie in cui è già stata effettuata l'ispezione approfondita di assessment di cui al Manuale MIT del Maggio 2020.

### WORKFLOW GENERALE ISPEZIONE DI ASSESSMENT

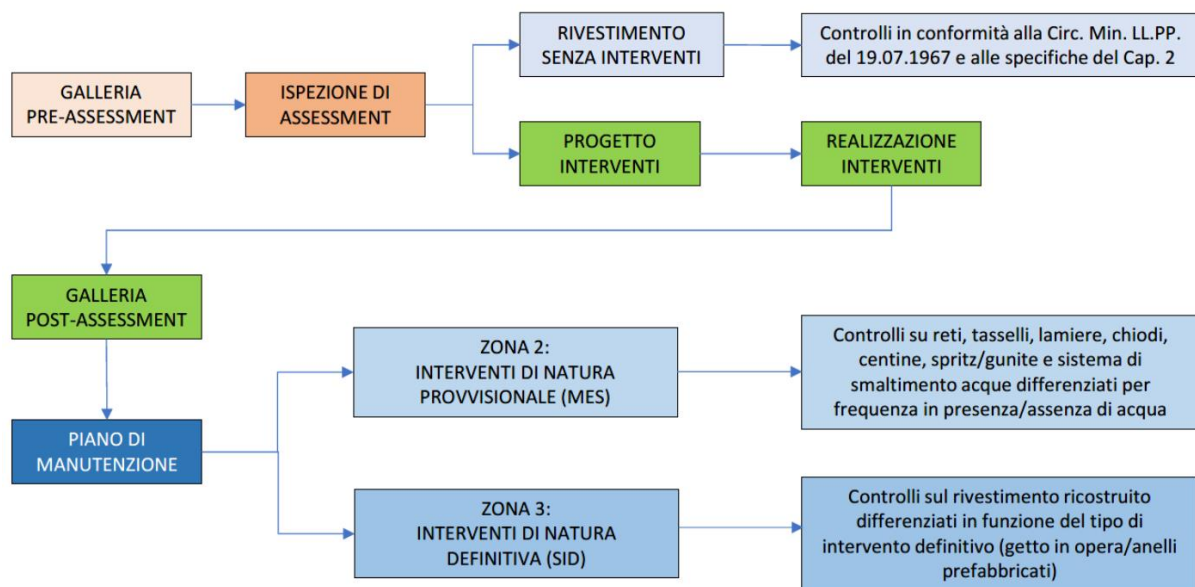


Figura 11 – Workflow dei controlli da eseguire sulle varie zone della galleria a seguito dell'ispezione di assessment

Nello specifico, il rivestimento della galleria Prapontin non è stato interessato da interventi di tipo strutturale quindi, al momento della redazione del seguente documento, tutta la galleria si trova all'interno della Zona 1 e le ispezioni si devono svolgere con riferimento generale alle indicazioni della Circolare 19 luglio 1967, n.6736/61/A1. Inoltre, vengono di seguito definiti i requisiti minimi da adottare per le ispezioni “di legge” sulla parte del rivestimento delle gallerie per la quale il percorso di assessment di cui al richiamato Manuale MIT non ha rilevato la necessità di operare interventi di rinforzo o consolidamento (Tabella 6).



Tabella 6 – Sintesi indicativa dei requisiti minimi da adottare per le ispezioni di legge

	ISPEZIONE DI BASE	ISPEZIONE APPROFONDIRITA
TIPOLOGIA CONTROLLI	CONTROLLI VISIVI INTEGRATI, OVE PREVISTO, DA CONTROLLI PER CONTATTO E STRUMENTALI O DIAGNOSTICI	CONTROLLI VISIVI A DISTANZA DI CONTATTO INTEGRATI DA BATTITURA E, OVE PREVISTO, DA CONTROLLI STRUMENTALI E/O DIAGNOSTICI
OGGETTO DI CONTROLLO	TUTTA LA SUPERFICIE DEL RIVESTIMENTO	TUTTA LA SUPERFICIE DEL RIVESTIMENTO
FREQUENZA MINIMA	TRIMESTRALE	ANNUALE
MODALITA' ESECUTIVA	DA TERRA CON AUSILIO DI TORCIA E BINOCOLO E DISPONIBILITA' DI PLE PER APPROFONDIMENTI IN QUOTA, OVE PREVISTI	CON PLE
PERSONALE TECNICO	TECNICI DIPLOMATI	INGEGNERE

## Elenco dei corpi d'opera

Il corpo d'opera è rappresentato dalle **gallerie**, che costituiscono un'infrastruttura civile a protezione di passaggi stradali, ferroviari o idraulici, realizzata generalmente per superare, mediante trafori e/o opere di contenimento, barriere naturali, zone urbane, ecc. Una galleria costituisce un sistema complesso, costituito da un portale esterno, un paramento di volta, due paramenti dei piedritti ed una pavimentazione, che varia in funzione di più fattori, quali la lunghezza del tunnel o il tipo di mezzi circolanti. La sua manutenzione è un processo che richiede il contributo di parti esterne che intervengono per garantire la funzionalità e la sicurezza della stessa in tutte le sue componenti. Di conseguenza, nell'ottica della manutenzione, è necessario considerare tutti gli aspetti del sistema: l'infrastruttura stessa, i veicoli e gli utenti.

## Unità tecnologiche

Il corpo d'opera è composto dalle seguenti unità tecnologiche:

01. Struttura della galleria
02. Superficie stradale
03. By-pass
04. Segnaletica stradale
05. Sistemi di sicurezza stradale
06. Impianti

In particolare, per lo svolgimento del presente documento si è posta maggiore attenzione sullo stato di conservazione del rivestimento definitivo, facente parte dell'unità tecnologica "Struttura della galleria", mediante l'analisi di tre fattori differenti: lo spessore, la presenza di difetti e lo stato tensionale del rivestimento di ciascun fornice della galleria. Sulla base di queste analisi sono stati quindi definite i controlli e le ispezioni, eventualmente integrati da indagini strumentali, che devono essere svolti su un campione esemplificativo della struttura oggetto di ispezione al fine di identificare una possibile evoluzione delle difettosità presenti. Infine, è stata proposta una programmazione di tali attività, inclusi i possibili interventi di manutenzione che devono essere effettuati per mantenere adeguate le performances dell'opera stessa.

#### 4.01. Struttura della galleria

Gli elementi caratteristici di una galleria sono la piattaforma stradale, ovvero l'insieme di quegli elementi indispensabili per la circolazione; il rivestimento, formato dalla calotta e dal paramento dei piedritti; l'arco rovescio, vale a dire la trave curva posizionata alla base della galleria; il sistema di drenaggio, che ha lo scopo di allontanare le acque di infiltrazione presenti nel terreno; il sistema di impermeabilizzazione, il quale proteggere l'opera contro l'infiltrazione d'acqua e le sostanze chimiche aggressive.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 01.01. Rivestimento
- 01.02. Arco rovescio
- 01.03. Impermeabilizzazione

##### *4.01.01. Rivestimento*

Uno degli elementi principali costituenti una galleria è rappresentato dal rivestimento della superficie in corrispondenza della volta e dei piedritti, che può essere costituito da materiali diversi, quali cemento a vista tinteggiato, rivestimento metallico o elementi prefabbricati. La funzione principale dei rivestimenti è di quella garantire un sicuro esercizio del manufatto nei riguardi della stabilità (limitando il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione di sollecitazioni meccaniche), della funzionalità, della tenuta e della durabilità, oltre quella di contribuire all'illuminazione artificiale della galleria e assicurarne un aspetto uniforme. Inoltre, lo stato dei rivestimenti della galleria dovrà essere tale da impedire alle acque di falda provenienti dall'ammasso roccioso di penetrare nell'intradosso dei rivestimenti stessi.

Dall'analisi delle ispezioni e delle indagini svolte in passato all'interno della galleria Prapontin è stato possibile studiare i tre fattori sopra menzionati relativi al rivestimento, ovvero lo spessore, la presenza di difetti e lo stato tensionale, e, conseguentemente, effettuare alcune considerazioni in merito allo stato di conservazione del rivestimento definitivo della galleria in oggetto:

- All'interno della galleria sono presenti una serie di sotto-spessori che, nei casi peggiori (e isolati), raggiungono un'entità pari al 90% rispetto allo spessore di progetto corrispondente (per maggiori informazioni vedi Allegato 1: Tabella A.1.1\_S e Tabella A.1.1\_D). Questo si verifica sia nella canna di salita che in quella di discesa e, in particolar modo, nella zona centrale più lontana dagli imbocchi di monte e di valle. Inoltre, la lunghezza dei tratti in cui lo spessore effettivo del rivestimento è minore rispetto a quello di progetto, relativamente all'intero

sviluppo della galleria, è pari, rispettivamente per il rene sinistro, la chiave di volta e il rene destro, al 19%, 23% e 17 % per la canna di salita e 17%, 23 % e 19 % per la canna di discesa.

- Sulla superficie del rivestimento è stata inoltre rilevata la presenza di difetti, di gravità più o meno accentuata, che possono essere sintetizzati in fessurazioni, calcificazioni delle lesioni, umidità superficiale, efflorescenze, percolazioni o venute d'acqua, distacchi superficiali, esfoliazioni, rigonfiamenti corticali del calcestruzzo, presenza di vespai corticali, tracce di ruggine, ferri a vista e reti di protezione. In particolare, si è deciso di concentrare l'attenzione sui difetti classificati con i valori 3 e 3U della classificazione IQOA che sono, rispettivamente, pari a 958 e 182 per la canna di salita e 834 e 79 per quella di discesa (per maggiori informazioni vedi Allegato 2: Tabella A.2\_S e Tabella A.2\_D).
- Le misure rilevate mediante le prove di martinetto piatto, infine, non hanno evidenziato la presenza di stati tensionali critici all'interno del rivestimento di entrambi i forni (per maggiori informazioni vedi Allegato 3: Tabella A.3).

#### **Modalità di uso corretto**

Controllare periodicamente l'integrità delle superfici del rivestimento attraverso valutazioni visive e uditive mirate a riscontrare anomalie evidenti, quali fessurazioni, screpolature, sbollature superficiali, ecc.

##### *4.01.02. Arco rovescio*

L'arco rovescio è la trave curva posizionata alla base della galleria che ha la funzione di chiudere l'arco di cemento armato, già realizzato mediante il paramento della volta e dei piedritti, così da farlo lavorare al meglio distribuendo gli sforzi. Inoltre, esso permette al calcestruzzo di lavorare a compressione, piuttosto che a trazione o a flessione.

#### **Modalità di uso corretto**

Poiché l'arco rovescio non è un elemento direttamente ispezionabile durante un controllo, è necessario prevedere un'osservazione indiretta volta ad individuare eventuali anomalie su elementi visibili che possano essere sintomatiche di problematiche su quelli non accessibili.

##### *4.01.03. Impermeabilizzazione*

L'impermeabilizzazione della galleria ha lo scopo di proteggere l'opera contro l'infiltrazione d'acqua e contro le sostanze chimiche aggressive. Tale sistema ha dunque un'importanza centrale, sia economica che tecnica, in quanto garantisce l'esercizio, la durevolezza e il funzionamento delle installazioni tecniche all'interno dell'opera edile. Il sistema d'impermeabilizzazione deve resistere,

inoltre, alle varie sollecitazioni chimiche e meccaniche, non solo durante l'esercizio successivo della struttura ma anche durante la fase di costruzione.

**Modalità di uso corretto**

Poiché l'impermeabilizzazione non è un elemento direttamente ispezionabile durante un controllo, è necessario prevedere un'osservazione indiretta volta ad individuare eventuali anomalie su elementi visibili che possano essere sintomatiche di problematiche su quelli non accessibili.

#### 4.02. Superficie stradale

Le strade rappresentano parte delle infrastrutture della viabilità che permettono il movimento o la sosta veicolare e il movimento pedonale. La classificazione e la distinzione delle strade viene fatta in base alla loro natura ed alle loro caratteristiche: A) autostrade; B) strade extraurbane principali; C) strade extraurbane secondarie; D) strade urbane di scorrimento; E) strade urbane di quartiere; F) strade locali. Da un punto di vista delle caratteristiche degli elementi della sezione stradale si possono individuare: la carreggiata, la banchina, il margine centrale, i cigli e le cunette, le scarpate, le piazzole di sosta, ecc.

Le strade e tutti gli elementi che ne fanno parte vanno mantenuti periodicamente non solo per assicurare la normale circolazione di veicoli e pedoni, ma soprattutto nel rispetto delle norme sulla sicurezza e la prevenzione di infortuni a mezzi e persone.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 02.01. Sistema di drenaggio
- 02.02. Carreggiata
- 02.03. Marciapiedi di servizio
- 02.04. Piazzole di sosta

##### *4.02.01. Sistema di drenaggio*

Il sistema di drenaggio è un'opera di raccolta per lo smaltimento delle acque di piattaforma e di infiltrazione a tergo del rivestimento. Ne fanno parte le canalette, che possono essere in conglomerato cementizio e/o in materiale lapideo, talvolta complete di griglie di protezione.

##### **Modalità di uso corretto**

Pulire le canalette periodicamente e, in particolar modo, in prossimità di eventi meteo stagionali.

##### *4.02.02. Carreggiata*

La carreggiata è la parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli e può essere composta da una o più corsie di marcia. La superficie stradale è pavimentata ed è limitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale). Le pavimentazioni sono parte integrante del sistema di sicurezza di una strada e possono essere realizzate in bitumi per applicazioni stradali, i quali sono ottenuti da processi di raffinazione e lavorazione del petrolio greggio. Al fine di mantenere nel tempo le caratteristiche meccaniche e funzionali originarie, la pavimentazione deve essere costantemente monitorata e periodicamente rinnovata. In particolare, lo strato di usura deve necessariamente conservare nel

tempo l'integrità degli inerti che lo costituiscono e lo spessore rispetto al sottostante piano di appoggio, ovvero lo strato di collegamento; inoltre, deve essere assolutamente privo di sgranamenti, fessure e buche di qualsiasi dimensione.

**Modalità di uso corretto**

Controllare periodicamente l'integrità delle superfici del rivestimento attraverso valutazioni visive mirate a riscontrare anomalie evidenti. Rinnovare periodicamente gli strati delle pavimentazioni avendo cura delle caratteristiche geometriche e morfologiche delle strade. Ripristinare le parti mancanti e/o danneggiate. Provvedere alla pulizia delle superfici ed alla rimozione di depositi o eventuali ostacoli. Affinché tali controlli e procedure risultino efficaci è necessario affidarsi a personale tecnico con esperienza.

*4.02.03. Marciapiedi di servizio*

I marciapiedi di servizio sono generalmente utilizzati per il transito dei pedoni o degli utenti delle strade in caso di avaria degli autoveicoli. Essi vengono generalmente realizzati affiancati alle banchine.

**Modalità di uso corretto**

Controllare periodicamente lo stato generale dei marciapiedi al fine di verificare la presenza di eventuali buche e/o altre anomalie che possano rappresentare un pericolo per la sicurezza e l'incolumità delle persone. Ripristinare le parti mancanti e/o comunque danneggiate con materiali idonei. Provvedere alla pulizia delle superfici ed alla rimozione di depositi o di eventuali ostacoli.

*4.02.04. Piazzole di sosta*

La piazzola è la parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua, comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra. In particolare, le strade di tipo B, C, e F extraurbane devono essere dotate di piazzole per la sosta. Esse devono essere distanziate l'una dall'altra in maniera opportuna al fine di una maggiore sicurezza della circolazione.

**Modalità di uso corretto**

Controllare periodicamente l'efficienza della segnaletica orizzontale e verticale. Controllare periodicamente lo stato generale al fine di verificare la presenza di eventuali buche e/o altre anomalie che possano rappresentare un pericolo per la sicurezza e l'incolumità delle persone. Ripristinare le parti mancanti e/o comunque danneggiate con materiali idonei. Provvedere alla pulizia delle superfici ed alla rimozione di depositi o di eventuali ostacoli.

#### 4.03. By-pass

Il sistema della galleria è completato dalla presenza di marciapiedi, delineatori di margine muniti di catadiottri e vie di esodo che devono essere sempre ben individuabili dagli utenti e mantenuti funzionali così da permettere l'evacuazione della struttura in caso di emergenza. Le uscite di emergenza possono configurarsi in vari modi, tra cui i by-pass: essi consistono in gallerie di comunicazione o passaggi tra le canne utilizzabili sia dai veicoli che dai pedoni.

La distanza ottimale tra le uscite di emergenza è stimata tra 100 e 500 metri e dipende da vari fattori, quali i tipi di veicoli che utilizzano la galleria, il volume di traffico, la capacità del sistema di ventilazione, il rilevamento degli incidenti, i sistemi di allarme, la natura dei percorsi protetti fuori dalle uscite di emergenza e il comportamento umano.

Inoltre, devono essere rispettati i seguenti principi: le uscite di emergenza devono essere chiaramente segnalate attraverso segnali visibili e riconoscibili, le aperture devono avere dimensioni tali da sopportare un numero elevato di persone in breve tempo, i pavimenti d'accesso devono essere "invitanti", tutti i componenti di sicurezza devono essere mantenuti in perfetto stato di funzionamento ed è quindi necessario controllare con continuità la conservazione dei componenti maggiormente soggetti ad usura.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 03.01. Strutture in acciaio
- 03.02. Infissi e portoni metallici/maniglioni e leveraggi
- 03.03. Area pavimentata fronte by-pass

##### *4.03.01. Strutture in acciaio*

Le strutture in acciaio comprendono tutte le componenti inerenti alle strutture di elevazione verticali e orizzontali presenti all'interno di un by-pass.

#### **Modalità di uso corretto**

Verificare lo stato di conservazione dei rivestimenti protettivi degli elementi a vista, la presenza di corrosioni localizzate o eventuali tracce di infiltrazioni perimetrali, nonché controllare la presenza di condense e aloni.

##### *4.03.02. Infissi e portoni metallici/maniglioni e leveraggi*

Tali elementi comprendono i portoni e tutte le loro componenti presenti all'interno della galleria e, in particolare, in corrispondenza dei by-pass.



**Modalità di uso corretto**

La prima cosa da verificare in corrispondenza di un portone è la presenza di ritegni impropri, quali legacci o catenelle, e di oggetti ostacolanti il passaggio. Accertarsi dell'apertura della porta e del suo corretto funzionamento mediante un controllo dei dispositivi di apertura e del chiudiporta integrato o esterno. Relativamente alla struttura del portone e alle sue componenti, verificare le guarnizioni, i fissaggi, le cerniere e l'integrità costruttiva (forature, ammaccature, distorsioni, corrosioni, spaccature o cedimenti).

*4.03.03. Area pavimentata fronte by-pass*

Uno dei principi di progettazione del by-pass è relativo ai pavimenti di accesso e alle soglie, sia lato galleria, sia al di là dell'uscita d'emergenza. Queste, infatti, devono essere "invitanti" e progettate per impedire che le persone possano cadere o inciampare. Tale area, quindi, deve essere mantenuta in un buono stato di conservazione per evitare che rappresenti un pericolo per la sicurezza e l'incolumità di mezzi e persone.

**Modalità di uso corretto**

Verificare lo stato di usura del manto stradale, del cordolo laterale, dei chiusini e delle griglie, nonché individuare eventuali fessurazioni, rotture o sollevamenti della pavimentazione.

#### 4.04. Segnaletica stradale

Il segnale, per essere veramente efficace, deve possedere alcuni importanti requisiti che, al giorno d'oggi, vengono meglio evidenziati dall'uso di materiali e tecnologie qualitativamente appropriati. Questi concetti essenziali possono essere riassunti nel seguente modo: essenzialità, cioè il numero dei segnali deve essere lo stretto necessario evitando di fornire indicazioni superflue o che traggano in inganno l'utente della strada; visibilità, vale a dire l'esatta ubicazione e la corretta distanza di avvistamento del cartello oltre alla leggibilità, coerente con il contesto stradale, sia di giorno che di notte; chiarezza, ovvero il segnale deve essere immediatamente percettibile nel suo significato; piena efficienza, ossia il mantenimento degli impianti segnaletici in perfette condizioni di operatività e l'accurata pulizia degli stessi in casi particolari (dopo le stagioni invernali o altre situazioni simili).

La segnaletica stradale deve essere conforme alle norme vigenti, nonché al Nuovo Codice della Strada, e si divide in due categorie principali:

- **Segnali verticali:** si distinguono, a loro volta, in segnali di pericolo, idonei a preavvisare l'esistenza di pericoli fornendo indicazioni sulla natura del pericolo segnalato e sul comportamento da osservare; segnali di prescrizione, che comunicano gli obblighi, i divieti e le limitazioni a cui gli utenti devono attenersi; segnali di indicazione, con i quali si forniscono agli utenti le informazioni necessarie o utili per la guida e per un'agevole individuazione di località, itinerari, servizi ed impianti.
- **Segnali orizzontali:** segnali tracciati sulla strada per regolare la circolazione degli autoveicoli e per guidare gli utenti fornendogli prescrizioni ed indicazioni per particolari comportamenti da seguire. Possono essere realizzati in diversi materiali, quali pitture, materie termoplastiche con applicazione a freddo o a caldo, materie plastiche a freddo, materiali da postspruzzare, microsfere di vetro da premiscelare, inserti stradali o materiali preformati. La segnaletica orizzontale può essere costituita da: strisce longitudinali, strisce trasversali, attraversamenti pedonali o ciclabili, frecce direzionali, iscrizioni e simboli, strisce di delimitazione degli stalli di sosta o per la sosta riservata, isole di traffico o di presegnalamento di ostacoli entro la carreggiata, strisce di delimitazione della fermata dei veicoli in servizio di trasporto pubblico di linea o altri segnali stabiliti dal regolamento.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 04.01. Segnaletica di sicurezza
- 04.02. Cartelli segnaletici verticali
- 04.03. Sostegni, supporti, accessori vari

04.04. Inserti stradali

04.05. Strisce longitudinali

#### *4.04.01. Segnaletica di sicurezza*

In galleria la segnaletica di sicurezza svolge il ruolo di prevenzione degli infortuni nella tutela della salute ed è utilizzata per affrontare situazioni di emergenza inerenti ad eventi stradali. Essa trasmette, mediante un segnale di sicurezza tradotto in simbologie e colori appropriati, delle indicazioni in rapporto alle probabili situazioni di pericolo.

##### **Modalità di uso corretto**

Controllare lo stato generale, il corretto posizionamento in funzione della disciplina stradale e procedere alla sostituzione degli elementi usurati.

#### *4.04.02. Cartelli segnaletici verticali*

Si tratta di elementi realizzati generalmente in scatolari di lamiera in alluminio e/o acciaio, di spessore variabile tra 1,0 - 2,5 mm, verniciati a forno mediante speciali polveri di poliestere. Essi sono opportunamente preparati a grezzo attraverso le operazioni di sgrassaggio, lavaggio, fosfatazione, passivazione e asciugatura ed infine mediante operazione di primer per alluminio a mano. Sono costituiti da sagome aventi forme geometriche, colori, simbologia grafica e testo con caratteristiche tecniche diverse a seconda del significato del messaggio trasmesso. In genere, i segnali sono prodotti mediante l'applicazione di pellicole rifrangenti di classi diverse.

##### **Modalità di uso corretto**

Controllare l'assenza di eventuali anomalie e, in caso di mancanza e/o usura eccessiva degli elementi, provvedere alla sostituzione e/o integrazione degli stessi con altri analoghi e comunque conformi alle norme stabilite dal Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285) e dal Regolamento di Attuazione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495). In particolare, verificare il corretto posizionamento della segnaletica verticale, rispettando i concetti di visibilità, leggibilità e congruenza alle varie necessità.

#### *4.04.03. Sostegni, supporti, accessori vari*

Si tratta di elementi accessori alla segnaletica verticale utilizzati per il sostegno e/o il supporto degli stessi. Si possono riassumere in: staffe (per il fissaggio di elementi), pali (tubolari in ferro zincato di diametro e altezza diversa per il sostegno della segnaletica), collari (semplici, doppi, ecc. per l'applicazione a palo dei cartelli segnaletici), piastre (per l'applicazione con staffe, a muro, ecc.), bulloni

(per il serraggio degli elementi), sostegni mobili e fissi (basi per il sostegno degli elementi), basi di fondazione. Essi devono essere realizzati con materiali di prima scelta e opportunamente dimensionati.

**Modalità di uso corretto**

Controllare l'assenza di eventuali anomalie. Verificare la corretta stabilità dei supporti dei cartelli e/o pannelli segnaletici. Provvedere periodicamente, mediante l'utilizzo di adeguata attrezzatura, al serraggio degli elementi accessori e/o alla loro integrazione con altri di analoghe caratteristiche. Gli interventi di ripristino vanno considerati anche in occasione di eventi traumatici esterni (urti, atti di vandalismo, ecc.).

*4.04.04. Inserti stradali*

Si tratta di dispositivi che, riflettendo la luce incidente proveniente dai proiettori degli autoveicoli, guidano ed informano gli utenti della strada. Essi possono essere costituiti da una o più parti che possono essere integrate, incollate e/o ancorate nella superficie stradale. Si dividono in inserti stradali catarifrangenti, catadiottri, incollati, autoadesivi, miglioratori di adesione, ancorati e incassati. La parte catarifrangente può essere di tipo unidirezionale, bidirezionale, a depressione e non. I dispositivi possono essere di tipo P (permanente) o di tipo T (temporaneo). Inoltre, sono soggetti all'approvazione del Ministero dei Lavori Pubblici - Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

**Modalità di uso corretto**

Controllare l'assenza di eventuali anomalie. In caso di mancanza e/o usura eccessiva degli elementi, provvedere al loro ripristino e/o integrazione con altri elementi di analoghe caratteristiche. Gli inserti stradali devono essere installati seguendo tutte le istruzioni fornite dal produttore e quelli temporanei devono consentire la loro rimozione senza arrecare nessun danno alle superfici in uso. Essi devono riportare in marchio le informazioni inerenti a nome e/o marchio del produttore e tipo di classificazione dell'inserto stradale.

*4.04.05. Strisce longitudinali*

Le strisce longitudinali hanno la funzione di separare i sensi di marcia e/o le corsie di marcia e delimitare le carreggiate attraverso la canalizzazione dei veicoli verso determinate direzioni. La larghezza minima delle strisce longitudinali, escluse quelle di margine, è di 15 cm per le autostrade e per le strade extraurbane principali, di 12 cm per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere e di 10 cm per le strade locali. Le strisce longitudinali si suddividono in: strisce di separazione dei sensi di marcia, strisce di corsia, strisce di margine della carreggiata, strisce

di raccordo, strisce di guida sulle intersezioni. Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue e vengono realizzate mediante l'applicazione di vernici pittura, con o senza l'aggiunta di microsfere di vetro.

I segnali devono essere realizzati con materiali idonei tali da essere visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato. Nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari. In particolare, devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli, non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione e devono essere garantite le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata. La loro durata dipende da fattori come la frequenza del passaggio di veicoli, dalla densità del traffico, dalla ruvidità della superficie stradale e da aspetti relativi alle condizioni locali, quali, per esempio, l'uso di pneumatici antighiaccio con inserti metallici.

#### **Modalità di uso corretto**

Controllare lo stato di conservazione e provvedere al rifacimento delle linee e della simbologia convenzionale. Per ragioni di sicurezza è importante che, periodicamente, venga rinnovata la simbologia stradale con materiali appropriati (pitture, materiali plastici, ecc.) che tengano conto delle condizioni ambientali e nel rispetto del Codice della Strada.

#### 4.05. Sistemi di sicurezza stradale

I sistemi di sicurezza stradale consistono in quegli elementi il cui scopo è mantenere un certo livello di sicurezza all'interno della galleria. Ne fanno parte la segnaletica menzionata al sottoparagrafo precedente, i vari impianti e i dispositivi il cui scopo è quello di contenere e limitare le eventuali fuoriuscite di veicoli dalla carreggiata stradale, proteggendo gli utenti e le aree adiacenti agli spazi della carreggiata stradale.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 05.01. Sistema di illuminazione
- 05.02. Sistema di sicurezza
- 05.03. Dispositivi di ritenuta
- 05.04. Attenuatori d'urto

##### *4.05.01. Sistema di illuminazione*

I sistemi di illuminazione artificiale consentono di mantenere all'interno della galleria delle condizioni sufficienti di visibilità per consentire agli utenti la circolazione stradale in sicurezza. I sistemi di illuminazione in galleria sono generalmente controllati da centrali di telecontrollo posti in prossimità delle stesse.

##### **Modalità di uso corretto**

Provvedere alla pulizia periodica dei corpi illuminanti e alla sostituzione a seconda della durata ore-funzionamento.

##### *4.05.02. Sistema di sicurezza*

I sistemi di sicurezza (spazi ed uscite, antincendio, sorveglianza, telecontrollo, telecomunicazione, ecc.) hanno la funzione di poter gestire, in caso di eventi in emergenza, le fasi di intervento e prevenzione (evacuazioni, soccorsi, ecc.) ai fini dell'incolumità di persone, animali e cose.

##### **Modalità di uso corretto**

Gli interventi di manutenzione ed i controlli sugli impianti e sulle attrezzature di protezione antincendio sono effettuati nel rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, delle norme di buona tecnica emanate dagli organismi di normalizzazione nazionali o europei o, in assenza di dette norme di buona tecnica, delle istruzioni fornite dal fabbricante e/o dall'installatore.

#### *4.05.03. Dispositivi di ritenuta*

Il dispositivo di ritenuta è l'elemento la cui funzione è quella di evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma e/o a ridurne i danni conseguenti. È situato all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.

##### **Modalità di uso corretto**

Controllare che le condizioni di installazione dei dispositivi di ritenuta siano tali da consentire il corretto funzionamento. In fase di progettazione particolare attenzione va posta al loro dimensionamento adottando, se necessario, misure maggiori di quelle richieste dalla norma. Controllare e verificare che sia assicurata la necessaria azione di contenimento sui sostegni delle barriere.

#### *4.05.04. Attenuatore d'urto*

L'attenuatore d'urto è un dispositivo che può trovare la sua installazione, per ragioni di sicurezza, in diversi punti della strada al fine di assorbire l'energia prodotta dall'impatto con un veicolo, riducendone la gravità. Può essere infatti predisposto davanti ad un oggetto rigido per la riduzione dell'urto. Gli attenuatori d'urto possono essere di tipo redirettivo, se progettato per contenere il veicolo che lo urta per poi ridirigerlo, o non redirettivo, se progettato per contenere il veicolo che lo urta per poi bloccarlo.

##### **Modalità di uso corretto**

Controllare periodicamente l'efficienza degli attenuatori d'urto e delle parti costituenti, nonché la loro integrazione con la viabilità e la segnaletica stradale. Gli elementi che costituiscono l'attenuatore d'urto non devono, in caso di urto, penetrare all'interno dell'abitacolo del veicolo, causando eventuali lesioni gravi a carico degli occupanti.

#### 4.06. Impianti

Nel caso di gallerie più lunghe di qualche centinaio di metri occorrono impianti specifici al fine di accrescere la sicurezza per gli utenti sia in situazioni normali che in caso di incidenti. Per ridurre tale rischio e limitarne le possibili conseguenze, ma anche per mantenere un livello adeguato di comfort per gli utenti, è quindi possibile installare più impianti con finalità differenti. Le dotazioni impiantistiche delle gallerie autostradali di lunghezza superiore a 500 metri, situate sulle strade appartenenti alla rete stradale transeuropea, sono regolate dal Decreto Legislativo n. 264 del 5 ottobre 2006 “Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea”.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 06.01. Impianto di illuminazione
- 06.02. Impianto di ventilazione
- 06.03. Impianto elettrico
- 06.04. Impianto SOS
- 06.05. Impianto idrico antincendio

##### *4.06.01. Impianto di illuminazione*

L'impianto di illuminazione è uno degli elementi più importanti per la sicurezza della galleria in quanto consente a tutti gli utenti di avere la massima visibilità della strada. Esso si distingue tra illuminazione ordinaria, che assolve il compito di assicurare un'adeguata visibilità di giorno e di notte; di sicurezza, che interviene in caso di emergenza e consente di mantenere un livello minimo di illuminazione per consentire il traffico degli utenti; di esodo, che fornisce agli utenti una guida ottica per consentire l'evacuazione a piedi dalle uscite di emergenza.

L'impianto di illuminazione è composto da tre elementi principali: le parti metalliche e strutturali, l'impiantistica elettrica e l'impiantistica elettronica. Al fine di mantenere nel tempo le prestazioni meccaniche originarie, tutti i componenti in acciaio devono essere protetti dalla corrosione, normalmente mediante zincatura a caldo. Gli elementi scatolari di lamiera in alluminio, invece, vengono invece generalmente verniciati a forno mediante speciali polveri di poliestere.

#### **Modalità di uso corretto**

Controllare con cadenza predeterminata il corretto funzionamento e l'eventuale guasto di alcuni componenti. Attenzione va posta anche alle strutture metalliche, quali contenitori, canaline, staffe e supporti, che devono essere protetti contro la corrosione. Il dimensionamento deve inoltre garantire la tenuta degli elementi, sia al peso da sostenere (canaline, staffe, etc.) che ad eventuali sollecitazioni



di origine ambientale. La capacità del prodotto nel mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche meccaniche è quindi la principale garanzia di efficienza.

#### *4.06.02. Impianto di ventilazione*

L'impianto di ventilazione è l'elemento di maggior sicurezza in galleria all'occorrenza di eventi di particolare gravità, quali incendi per incidenti o guasti degli autoveicoli, in quanto si occupa della gestione e del controllo dei fumi (ottica d'emergenza). Esso svolge altresì il compito di sanificazione dell'aria in funzione di parametri forniti dall'impianto di rilevazione ambientale, diluendo le emissioni dei veicoli all'interno della struttura (ottica sanitaria). Altro dato fondamentale per una corretta gestione dell'impianto di ventilazione è quello relativo alla velocità e direzione dell'aria in senso longitudinale. Tale dato è necessario per una corretta autoregolazione dell'impianto ed è essenziale per il controllo del flusso di ventilazione nel caso di evento incendio, quando la velocità dell'aria diventa il parametro di controllo del sistema.

L'impianto di ventilazione è composto da tre elementi principali: le parti metalliche e strutturali, l'impiantistica elettrica e l'impiantistica elettronica. Al fine di mantenere nel tempo le prestazioni meccaniche originarie tutti i componenti in acciaio devono essere protetti dalla corrosione, normalmente mediante zincatura a caldo. Gli elementi scatolari di lamiera in alluminio, invece, vengono invece generalmente verniciati a forno mediante speciali polveri di poliestere.

#### **Modalità di uso corretto**

Controllare con cadenza predeterminata il corretto funzionamento e l'eventuale guasto di alcuni componenti. Attenzione particolare va posta anche alle strutture metalliche, quali cassoni, staffe e supporti che devono essere protetti contro la corrosione, ed ai sistemi di ancoraggio. Il dimensionamento deve inoltre garantire la tenuta dei ventilatori, soggetti a forti sollecitazioni meccaniche come anche ad eventuali sollecitazioni di origine ambientale. La capacità del prodotto nel mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche meccaniche è quindi la principale garanzia di efficienza.

#### *4.06.03. Impianto elettrico*

L'impianto elettrico di una galleria riveste un ruolo particolarmente delicato nella gestione della sicurezza in galleria in quanto tutti gli impianti in essa installati vengono alimentati e governati dalle apparecchiature funzionanti nella cabina elettrica. Tutti gli impianti dedicati alla sicurezza di una galleria con lunghezza superiore ai 1 000 metri risultano sottesi ad un UPS integrato con Gruppi Elettrogeni. In questa maniera viene garantita la continuità di alimentazione elettrica agli impianti

dedicati alla sicurezza in caso di emergenza e nella condizione di mancanza di rete, consentendo agli utenti l'evacuazione sicura. Ai fini manutentivi l'impianto elettrico viene suddiviso nei seguenti elementi principali: edifici, impiantistica elettrica, UPS, gruppi elettrogeni, impiantistica elettronica.

**Modalità di uso corretto**

Controllare tutti i suddetti gli elementi costituenti l'impianto elettrico in cabina con cadenze predeterminate al fine di verificarne il corretto funzionamento e l'eventuale guasto di alcuni componenti (es. interruttori, scambiatori, centraline, ecc.).

*4.06.04. Impianto SOS*

L'impianto SOS è parte integrante del sistema di sicurezza di una galleria. Le stazioni di emergenza sono progettate per mettere a disposizione diversi strumenti di sicurezza, in particolare telefoni di emergenza SOS ed estintori, e possono essere costituite da un armadio ovvero, preferibilmente, da una nicchia realizzata nel piedritto. La rottura di un vetro o l'apertura di uno sportello per il prelievo degli estintori deve attivare un allarme locale ottico ed acustico temporizzato e il segnale di apertura deve essere inviato al centro di controllo quando previsto. Le apparecchiature sono composte da una parte elettronica ed una parte metallica.

**Modalità di uso corretto**

Controllare l'impianto con cadenza predeterminata al fine di verificarne il corretto funzionamento e l'eventuale guasto di alcuni componenti. Attenzione va posta anche alle strutture metalliche, quali contenitori e supporti, che devono essere protetti contro la corrosione.

*4.06.05. Impianto idrico antincendio*

L'impianto idrico antincendio è l'insieme degli elementi tecnici aventi funzione di prevenire, eliminare, limitare o segnalare incendi. L'impianto è generalmente costituito da una rete idrica di adduzione, dalle bocche di incendio in cassetta (manichette, lance, ecc.), dagli attacchi per motopompe dei VV.FF, da una rete sprinkler e dagli estintori (idrici, a polvere, a schiuma, carrellati, ecc.). Ai fini manutentivi l'impianto idrico antincendio viene suddiviso nei seguenti elementi principali: parti metalliche, meccanica, postazioni antincendio, impiantistica elettrica, impiantistica elettronica.

**Modalità di uso corretto**

Controllare con cadenza predeterminata il corretto funzionamento e l'eventuale guasto di alcuni componenti. Attenzione va posta anche alle strutture metalliche, quali contenitori e supporti, che devono essere protetti contro la corrosione.

## 5. Manuale di Manutenzione

Il Manuale di Manutenzione fornisce le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione dell'opera, la quale è finalizzata a mantenere la galleria secondo le condizioni di progetto e ad assicurarne, per quanto possibile, nel tempo di vita utile, oltre alla funzionalità anche la sicurezza. In generale, una corretta manutenzione aiuta a conservare gli standard di sicurezza e funzionalità previsti dal progetto, facilita la continuità nell'erogazione di servizi, diminuisce i rischi di danni irreparabili ed economici, permette di individuare nuove soluzioni che consentono, nel limite del possibile, di eseguire interventi di manutenzione limitando i disservizi causati dalla necessità di mettere fuori servizio temporaneo l'opera. Tuttavia, va evidenziato che la manutenzione, anche se correttamente eseguita, non può evitare il naturale degrado dei vari componenti in quanto ogni componente subisce un invecchiamento più o meno rapido in relazione al tipo di materiale, alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni esterne ed al servizio più o meno gravoso a cui è sottoposto.

Nel dettaglio, per ciascun elemento manutenibile si individuano le anomalie riscontrabili, i controlli effettuabili, il livello minimo delle prestazioni e gli interventi di manutenzioni possibili con indicazione dell'eventuale necessità di personale specializzato. Per consentire una corretta manutenzione del bene si deve indicare, oltre al livello minimo di prestazione associato ai vari elementi, anche il massimo livello di difettosità ad esso corrispondente, così da valutare in modo oggettivo l'effettiva necessità di un intervento di manutenzione. Infatti, per la galleria si prescrive che non siano accettate riduzioni del livello prestazionale di progetto a meno di specifiche verifiche che dimostrino la compatibilità ai requisiti minimi di norma della capacità strutturale dell'opera affetta da degrado, ovvero è necessario procedere a ripristino/sostituzione degli elementi affetti da anomalia (con conseguenze strutturali) a meno che non si proceda ad una verifica specifica di accettabilità del degrado.

Infine, è opportuno evidenziare che la galleria è un sistema complesso e che i difetti individuati per le sue singole componenti, ove ripetutamente presenti su aree contigue, richiedono anche una valutazione d'insieme per accertarne l'effettiva rilevanza.

### Elenco dei corpi d'opera

Il corpo d'opera è rappresentato dalle **gallerie**, che costituiscono un'infrastruttura civile a protezione di passaggi stradali, ferroviari o idraulici, realizzata generalmente per superare, mediante trafori e/o opere di contenimento, barriere naturali, zone urbane, ecc. Una galleria costituisce un sistema complesso, costituito da un portale esterno, un paramento di volta, due paramenti dei piedritti e una pavimentazione, che varia in funzione di più fattori, quali la lunghezza del tunnel o il tipo di mezzi

circolanti. La sua manutenzione è un processo che richiede il contributo di parti esterne che intervengono per garantire la funzionalità e la sicurezza della stessa in tutte le sue componenti. Di conseguenza, nell'ottica della manutenzione, è necessario considerare tutti gli aspetti del sistema: l'infrastruttura stessa, i veicoli e gli utenti.

### Unità tecnologiche

Il corpo d'opera è composto dalle seguenti unità tecnologiche:

01. Struttura della galleria
02. Superficie stradale
03. By-pass
04. Segnaletica stradale
05. Sistemi di sicurezza stradale
06. Impianti

### 5.01. Struttura della galleria

#### **Requisiti e prestazioni**

Le gallerie devono essere dimensionate ed organizzate in modo da essere facilmente percorribili. Le prestazioni variano in funzione dei tipi e delle caratteristiche delle strade servite. Nessuna parte della struttura, con il passare del tempo, deve presentare degli inconvenienti tecnici che possano influire sul regolare funzionamento della stessa e/o che ne compromettano la funzionalità nel tempo, nonché la stabilità complessiva e di ogni singola parte. Inoltre, lo stato dei rivestimenti della galleria deve essere tale da impedire alle acque di falda provenienti dall'ammasso roccioso di penetrare all'interno dei rivestimenti stessi. Tuttavia, il livello minimo delle prestazioni è stabilito dai capitolati esecutivi, mentre il livello effettivo sarà quello comunicato dalle ditte esecutrici secondo la qualità effettiva dei materiali e impianti forniti.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 01.01. Rivestimento
- 01.02. Arco rovescio
- 01.03. Impermeabilizzazione

#### 5.01.01. Rivestimento

#### **Anomalie riscontrabili**

*Deposito superficiale:* accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

*Distacco:* disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

*Fessurazioni:* presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti.

*Penetrazione di umidità:* comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

*Presenza di vegetazione:* presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superfici.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

##### *Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare la presenza di eventuali anomalie nelle pareti e lungo i rivestimenti, quali fessurazioni, esposizione dei ferri di armatura, presenza di vegetazione, ecc.

*Controllo approfondito*

Cadenza: ogni anno (il primo anno cadenza trimestrale al fine di verificare l'evoluzione delle difettosità e procedere alla progettazione di eventuali interventi).

Controllare l'integrità delle parti a vista dell'opera al fine di individuare eventuali danni, deformazioni o deterioramenti dei materiali mediante ispezioni di tipo visivo e uditivo (martello).

*Controllo approfondito con prove*

Cadenza: ogni anno (il primo anno cadenza semestrale al fine di verificare l'evoluzione delle difettosità e procedere alla progettazione di eventuali interventi).

Eseguire indagini di tipo strumentale (TSS, georadar, ecc.) al fine di individuare eventuali evoluzioni delle difettosità presenti o problematiche non riscontrabili mediante un'ispezione visiva, quale la presenza di sottospessori. Controllare lo stato tensionale del calcestruzzo mediante prove con martinetto piatto o, preferibilmente, mediante prove doorstopper. Verificare lo stato del calcestruzzo controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione mediante prove di laboratorio, quali prove di carbonatazione, prove di resistenza a compressione, ecc.

*Monitoraggio topografico*

Cadenza: ogni 3 mesi per il primo anno.

Monitoraggio topografico al fine di verificare la convergenza del cavo e la stabilità globale della galleria.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Pulizia delle superfici*

Cadenza: quando occorre.

Pulizia e rimozione dello sporco superficiale mediante spazzolatura manuale degli elementi o con tecniche di rimozione dei depositi, adatte al tipo di rivestimento, mediante getti di acqua a pressione e detergenti appropriati.

*Ripristino degli strati protettivi*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino degli strati protettivi, previa accurata pulizia delle superfici, con soluzioni chimiche appropriate.

*Installazione elementi protettivi*

Cadenza: quando occorre.

Installazione di una rete protettiva leggera, avente funzione di "filtro anticaduta" di materiale fine in distacco, eventualmente con sovrapposta una rete protettiva pesante, avente funzione strutturale.

Installazione di un blindaggio interno della volta della galleria mediante lamiere di spessore ridotto, rese solidali tra loro a mezzo di saldature e al rivestimento definitivo mediante ancoraggi a vite.

#### *5.01.02. Arco rovescio*

##### **Anomalie riscontrabili**

*Difetti indiretti:* anomalie presenti su elementi visibili che possono essere sintomatiche di problematiche su quelli non accessibili.

##### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

###### *Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare la presenza di eventuali anomalie nelle pareti e lungo i rivestimenti (fessurazioni, disgregazioni, distacchi, ecc.).

##### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

###### *Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Interventi finalizzati al ripristino della stabilità globale della struttura.

#### *5.01.03. Impermeabilizzazione*

##### **Anomalie riscontrabili**

*Penetrazione di umidità o venute d'acqua:* macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

*Efflorescenze:* depositi biancastri ad aspetto cristallino, pulverulenti, o appiccicosi.

##### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

###### *Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare la presenza di eventuali anomalie nelle pareti e lungo i rivestimenti (alterazione della superficie del calcestruzzo, formazione di bolle d'aria, deposito superficiale di spessore variabile, ecc.).

##### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

###### *Trattamenti superficiali*

Cadenza: quando occorre.

Trattamenti superficiali di canalizzazione delle acque in modo da evitare una diffusione incontrollata delle percolazioni sul rivestimento. Nei casi di percolazione in presenza di armatura, trattamenti volti ad evitare l'ossidazione delle armature e conseguenti fenomeni di espulsione del copriferro.

## 5.02. Superficie stradale

### **Requisiti e prestazioni**

Le strade, le aree di sosta e gli altri elementi della viabilità devono essere dimensionati ed organizzati in modo da essere raggiungibili e praticabili, garantendo la sicurezza e l'accessibilità durante la circolazione da parte dell'utenza. Inoltre, questi devono essere soprattutto conformi alle norme sulla sicurezza e alla prevenzione di infortuni a mezzi e persone.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 02.01. Sistema di drenaggio
- 02.02. Carreggiata
- 02.03. Marciapiedi di servizio
- 02.04. Piazzole di sosta

#### *5.02.01. Sistema di drenaggio*

### **Anomalie riscontrabili**

*Difetti di pendenza:* consistono in una errata pendenza longitudinale o trasversale causata da difetti di esecuzione o per cause esterne.

*Mancanza deflusso acque meteoriche:* può essere causata da insufficiente pendenza del corpo canalette o dal deposito di detriti lungo il letto.

*Presenza di vegetazione:* caratterizzata dalla formazione di piante, licheni e muschi.

*Rottura:* relativa a parti di elementi costituenti i manufatti.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

#### *Controllo canalizzazioni*

Cadenza: ogni mese.

Controllare lo stato generale delle canalette e del perfetto deflusso delle acque meteoriche.

### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

#### *Pulizia*

Cadenza: ogni mese.

Pulizia e rimozione di depositi, detriti e fogliame.

#### *Ripristino canalizzazioni*

Cadenza: ogni mese.

Ripristino delle canalizzazioni con integrazione di parti mancanti relative alle canalette e ad altri elementi. Sistemazione degli elementi accessori di evacuazione e scarico delle acque meteoriche.



### *5.02.02. Carreggiata*

#### **Requisiti e prestazioni**

##### Accessibilità

La carreggiata deve essere accessibile ai veicoli e, se consentito, alle persone.

##### *Prestazioni*

La carreggiata deve essere dimensionata secondo quanto previsto dalle norme in materia di circolazione stradale.

##### *Livello minimo della prestazione*

Dimensioni minime: la carreggiata deve avere una larghezza minima pari a 3,50 m e deve essere dotata di sovrastruttura estesa per una larghezza di 0,30 m da entrambi i lati della carreggiata.

#### **Anomalie riscontrabili**

*Buche*: mancanza di materiale dalla superficie del manto stradale a carattere localizzato e con geometrie e profondità irregolari, spesso fino a raggiungere gli strati inferiori.

*Cedimenti*: variazione della sagoma stradale caratterizzati da avvallamenti e crepe localizzati per cause diverse (frane, diminuzione e/o insufficienza della consistenza degli strati sottostanti, ecc.).

*Sollevamento*: variazione localizzata della sagoma stradale con sollevamento di parti interessanti il manto stradale.

*Usura manto stradale*: si manifesta con fessurazioni, rotture, mancanza di materiale, buche e sollevamenti del manto stradale e/o della pavimentazione in genere.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

##### *Controllo carreggiata*

Cadenza: ogni mese.

Controllare lo stato generale. Verificare l'assenza di eventuali buche e/o altre anomalie (cedimenti, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, ecc.). Controllare lo stato dei giunti. Controllare l'integrità della striscia di segnaletica di margine verso la banchina.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

##### *Ripristino carreggiata*

Cadenza: quando occorre.

Riparazioni di eventuali buche e/o fessurazioni mediante ripristino degli strati di fondo, pulizia e rifacimento degli strati superficiali con l'impiego di bitumi stradali a caldo. Rifacimento dei giunti degradati.

### *5.02.03. Marciapiedi di servizio*

#### **Requisiti e prestazioni**

##### Conformazione geometrica

I marciapiedi di servizio devono essere realizzati in modo conforme alle norme stradali.

##### *Prestazioni*

I marciapiedi di servizio devono essere dimensionati in modo da garantire l'accessibilità e l'uso da parte degli utenti.

##### *Livello minimo della prestazione*

Valgono i seguenti parametri minimi: per il tipo D dovrà prevedersi un marciapiede, su ciascuna delle due carreggiate e affiancato alla banchina destra, con una larghezza non minore di 1,50 m; per i tipi E ed F, come per il tipo D e dovranno essere rialzati e delimitati verso le banchine da un ciglio sagomato di altezza non superiore a 15 cm senza dispositivi di ritenuta non invalicabili.

#### **Anomalie riscontrabili**

*Buche:* mancanza di materiale dalla superficie del manto stradale a carattere localizzato e con geometrie e profondità irregolari, spesso fino a raggiungere gli strati inferiori.

*Deposito:* accumulo di detriti, fogliame e altri materiali estranei.

*Distacco:* disgregazione e distacco di parti notevoli di materiale che può manifestarsi anche mediante l'espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

*Mancanza:* caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

*Presenza di vegetazione:* caratterizzata dalla formazione di piante, licheni e muschi lungo le superfici stradali.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

##### *Controllo pavimentazione*

Cadenza: ogni mese.

Controllare lo stato generale al fine di verificare l'assenza di eventuali buche e/o altre anomalie (mancanza di elementi, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, presenza di vegetazione ecc.) che possono rappresentare pericolo per la sicurezza e l'incolumità delle persone. Controllare lo stato dei bordi e dei materiali lapidei stradali. Controllare lo stato di pulizia e verificare l'assenza di depositi e di eventuali ostacoli.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

##### *Pulizia*

Cadenza: ogni settimana.

Pulizia periodica delle superfici costituenti i percorsi pedonali e rimozione di depositi e detriti. Lavaggio con prodotti detergenti idonei al tipo di materiale ed alla pavimentazione in uso.

*Riparazione pavimentazione*

Cadenza: quando occorre.

Riparazione delle pavimentazioni e/o dei rivestimenti dei percorsi pedonali con sostituzione localizzata di elementi rotti o fuori sede oppure sostituzione totale degli elementi della zona degradata e/o usurata. Demolizione ed asportazione dei vecchi elementi, pulizia e ripristino degli strati di fondo, pulizia e posa dei nuovi elementi con l'impiego di malte, colle, sabbia o bitumi liquidi a caldo. Le tecniche di posa e di rifiniture variano in funzione dei materiali, delle geometrie e del tipo di percorso pedonale.

*5.02.04. Piazzole di sosta*

**Requisiti e prestazioni**

Accessibilità

Le piazzole di sosta devono essere realizzate in modo da consentire la sicurezza della circolazione dei veicoli.

*Prestazioni*

È opportuno che le piazzole di sosta siano intervallate, dimensionate e distribuite in maniera opportuna in entrambi i sensi di marcia delle strade.

*Livello minimo della prestazione*

Le piazzole di sosta vanno distribuite ad intervalli di circa 1 000 m. Per le strade di tipo A, la lunghezza complessiva non deve essere inferiore a 65 m.

**Anomalie riscontrabili**

*Buche:* mancanza di materiale dalla superficie del manto stradale a carattere localizzato e con geometrie e profondità irregolari, spesso fino a raggiungere gli strati inferiori.

*Deposito:* accumulo di detriti, fogliame e altri materiali estranei.

*Presenza di ostacoli:* vegetazione, depositi, ecc. di intralcio alle manovre degli autoveicoli.

*Presenza di vegetazione:* caratterizzata dalla formazione di piante, licheni, muschi lungo le superfici stradali.

*Usura manto stradale:* si manifesta con fessurazioni, rotture, mancanza di materiale, buche e sollevamenti del manto stradale e/o della pavimentazione in genere.

**Controlli eseguibili da personale specializzato***Controllo generale*

Cadenza: ogni mese.

Controllare lo stato generale delle aree adibite a piazzole di sosta. Verificare l'assenza di eventuali anomalie della pavimentazione. Controllare l'integrità della segnaletica orizzontale. Controllare l'assenza di crescita di vegetazione spontanea o di depositi lungo le aree.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino delle aree di sosta con integrazione del manto stradale e della segnaletica orizzontale. Rimozione di ostacoli, vegetazione, depositi, ecc.

### 5.03. By-pass

#### **Requisiti e prestazioni**

I by-pass devono seguire importanti principi di progettazione quali: le uscite d'emergenza devono essere chiaramente segnalate in modo da distinguerle dall'accesso ai locali tecnici e il colore raccomandato delle porte (molto spesso il colore verde delle "uscite d'emergenza") deve essere considerato in combinazione con il tipo di illuminazione della galleria; le porte e le aperture devono avere dimensioni tali da sopportare un numero elevato di persone in breve tempo, nonché il passaggio dei soccorritori con l'attrezzatura o con le barelle; le uscite d'emergenza devono essere visibili direttamente o attraverso segnali visibili e riconoscibili da ogni posizione nella galleria; i pavimenti d'accesso, le soglie ecc. e il locale subito al di là dell'uscita d'emergenza devono essere "invitanti" e progettati per impedire che le persone cadano o inciampino; l'illuminazione/la segnalazione dei cordoli non devono essere d'ostacolo per le persone che camminano; le porte delle uscite d'emergenza non devono essere chiuse a chiave.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 03.01. Strutture in acciaio
- 03.02. Infissi e portoni metallici/maniglioni e leveraggi
- 03.03. Area pavimentata fronte by-pass

#### *5.03.01. Strutture in acciaio*

#### **Anomalie riscontrabili**

*Mancanza:* di parti o elementi accessori di sostegno e/o di fissaggio.

*Usura:* degli elementi in uso.

*Difetti superficiali:* di parti degli elementi costituenti i manufatti.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

##### *Controllo generale*

Cadenza: ogni 4 mesi.

Verificare lo stato di conservazione dei rivestimenti protettivi degli elementi a vista. Verificare la presenza di corrosioni localizzate, soprattutto nelle giunzioni, e di condensa e aloni. Verificare la presenza di eventuali tracce di infiltrazioni perimetrali.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

##### *Pulizia*

Cadenza: ogni anno.

Pulizia puntuale delle superfici con tracce di ruggine e dei profili.

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Ripristini localizzati degli elementi, delle sigillature e delle guarnizioni. Ritocchi di verniciatura.

Rinforzo/rifacimento degli elementi degradati.

#### *5.03.02. Infissi e portoni metallici/maniglioni e leveraggi*

##### **Anomalie riscontrabili**

*Manca*za: di parti o elementi accessori di sostegno e/o di fissaggio.

*Usura*: degli elementi in uso.

*Difetti superficiali*: di parti degli elementi costituenti i manufatti.

##### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

*Controllo generale*

Cadenza: ogni 4 mesi.

Verificare la presenza di ritegni impropri. Verificare lo stato dei fissaggi e l'integrità costruttiva.

Verificare le cerniere. Verificare i dispositivi di apertura e del chiudiporta, integrato o esterno.

##### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

*Pulizia*

Cadenza: ogni anno.

Pulizia e ingrassaggio dei vari elementi, pulizia delle guide, dei telai e delle superfici.

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Sostituzione/riparazione dei maniglioni, delle guarnizioni, dei fissaggi, dei sistemi di blocco e sblocco, ecc.

#### *5.03.03. Area pavimentata fronte by-pass*

##### **Anomalie riscontrabili**

*Buche*: mancanza di materiale dalla superficie del manto stradale a carattere localizzato e con geometrie e profondità irregolari, spesso fino a raggiungere gli strati inferiori.

*Deposito*: accumulo di detriti, fogliame e di altri materiali estranei.

*Presenza di ostacoli*: vegetazione, depositi, ecc. di intralcio alle manovre degli autoveicoli.

*Presenza di vegetazione:* caratterizzata dalla formazione di piante, licheni, muschi lungo le superfici stradali.

*Usura manto stradale:* si manifesta con fessurazioni, rotture, mancanza di materiale, buche e sollevamenti del manto stradale e/o della pavimentazione in genere.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

##### *Controllo generale*

Cadenza: ogni 4 mesi.

Verificare lo stato generale di conservazione. Verificare lo stato di usura del manto stradale, del cordolo laterale, dei chiusini e delle griglie. Verificare lo stato della segnaletica verticale.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

##### *Pulizia*

Cadenza: ogni anno.

Pulizia della carreggiata e del cordolo laterale.

##### *Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino delle zone fessurate. Rifacimento localizzato degli strati di fondo della pavimentazione. Sostituzione dei chiusini e delle griglie.

#### 5.04. Segnaletica stradale

##### **Requisiti e prestazioni**

I segnali verticali devono essere dimensionati e posizionati in modo da essere visibili dagli utenti della strada. Le loro prestazioni, relativamente al requisito di percettibilità, sono strettamente legate allo spazio di avvistamento “d”, alla velocità degli autoveicoli “V” e ad altri parametri dimensionali (altezze, distanza dal ciglio stradale, ecc.). Inoltre, i segnali devono avere caratteristiche di rifrangenza, colorimetriche, fotometriche e tecnologiche secondo parametri stabiliti secondo il Nuovo Codice della Strada.

Relativamente alla segnaletica orizzontale, invece, i requisiti riguardano principalmente le sue prestazioni durante la sua durata di vita funzionale, espressi attraverso diversi parametri che rappresentano diversi aspetti prestazionali, quali il colore, la resistenza al derapaggio, la retroriflessione o la riflessione della luce. La durata di vita funzionale dipende dalla durata della segnaletica orizzontale, dalla frequenza del passaggio di veicoli sulla segnaletica orizzontale (per esempio nel caso dei simboli sulla carreggiata rispetto alle linee laterali), dalla densità del traffico, dalla ruvidità della superficie stradale e da aspetti relativi alle condizioni locali, quali, per esempio, l'uso di pneumatici antighiaccio con inserti metallici in alcuni paesi.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 04.01. Segnaletica di sicurezza
- 04.02. Cartelli segnaletici verticali
- 04.03. Sostegni, supporti, accessori vari
- 04.04. Inserti stradali
- 04.05. Strisce longitudinali

##### *5.04.01. Segnaletica di sicurezza*

##### **Anomalie riscontrabili**

*Usura:* i cartelli segnaletici perdono consistenza per la perdita di materiale (vernice, materiale plastico, ecc.) dovuto all'usura, ai gas di scarico e agli agenti atmosferici disgreganti.

##### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

###### *Controllo generale*

Cadenza: ogni mese.

Controllare periodicamente le condizioni e l'integrità dei cartelli segnaletici e dei relativi sostegni, nonché gli ancoraggi e i fissaggi annessi. Controllare l'aspetto cromatico ed in particolare la consistenza



dei colori corrispondenti alle diverse simbologie (colore di sicurezza; colore di contrasto; ecc.), anche in funzione del grado di visibilità. Controllare l'efficienza della segnaletica e, soprattutto, il posizionamento e la visibilità in condizioni diverse (diurne, notturne, con luce artificiale, con nebbia, in casi di emergenza, ecc.).

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Ripristino elementi usurati*

Cadenza: quando occorre.

Sostituzione ed integrazione degli elementi usurati della segnaletica di sicurezza con elementi analoghi, così come previsto dalle norme di riferimento. Rimozione del vecchio segnale (palo, cartello, ecc.) e del relativo basamento e ricostituzione dello stesso. Riposizionamento del nuovo segnale e verifica dell'integrazione con il resto della segnaletica.

*5.04.02. Cartelli segnaletici verticali***Anomalie riscontrabili**

*Alterazione cromatica*: variazione di uno o più parametri che definiscono il colore degli elementi.

*Corrosione*: decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

*Usura*: i cartelli segnaletici perdono consistenza per la perdita di materiale (pellicola, parti della sagoma, ecc.) dovuto all'usura e agli agenti atmosferici disgreganti.

**Controlli eseguibili da personale specializzato***Controllo generale*

Cadenza: ogni 3 mesi.

Controllare l'assenza di eventuali anomalie. Controllare l'aspetto cromatico ed in particolare la consistenza dei colori corrispondenti alle diverse simbologie. Controllare l'efficienza della segnaletica ed in particolare la visibilità in condizioni diverse (diurne, notturne, con luce artificiale, con nebbia, ecc.). Controllare la disposizione dei segnali in funzione della logica e disciplina di circolazione dell'utenza, anche in funzione dei piani di traffico stradale.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Ripristino elementi*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino e/o sostituzione degli elementi usurati della segnaletica con elementi analoghi così come previsto dal nuovo codice della strada. Rimozione del cartello segnaletico, riposizionamento del nuovo segnale e verifica dell'integrazione nel sistema della segnaletica stradale di zona.

*5.04.03. Sostegni, supporti, accessori vari***Anomalie riscontrabili**

*Instabilità dei supporti:* perdita di stabilità dei sostegni fissati al suolo e dei supporti accessori tra sagoma ed elemento di sostegno.

*Mancanza:* di parti o elementi accessori di sostegno e/o di fissaggio.

**Controlli eseguibili da personale specializzato***Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare l'assenza di eventuali anomalie. Verificare la corretta stabilità dei supporti a cartelli e/o pannelli segnaletici.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Ripristino stabilità*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino delle condizioni di stabilità, mediante l'utilizzo di adeguata attrezzatura, provvedendo al serraggio degli elementi accessori e/o alla loro integrazione con altri di analoghe caratteristiche. Gli interventi vanno considerati anche in occasione di eventi traumatici esterni (urti, atti di vandalismo, ecc.).

*5.04.04. Inserti stradali***Requisiti e prestazioni**Adattabilità dimensionale

Gli inserti devono poter essere adattati dimensionalmente rispetto al tipo di superficie e in riferimento alle condizioni di traffico.

*Prestazioni*

Gli inserti stradali vanno installati in modo da emergere dalla superficie stradale secondo le classi di destinazione d'uso H.

*Livello minimo della prestazione*

CLASSE H 0 - ALTEZZA: (non idonei al carico di traffico stradale);

CLASSE H 1 - ALTEZZA  $\leq 18$  mm;

CLASSE H 2 - ALTEZZA  $>18$  mm e  $\leq 20$  mm;

CLASSE H 3 - ALTEZZA  $>20$  mm e  $\leq 25$  mm.

**Anomalie riscontrabili**

*Sporgenza:* degli elementi in uso oltre le altezze consentite dal piano della superficie stradale.

*Usura:* degli elementi in uso (chiodi, inserti, ecc.) con fuoriuscita dalla sede stradale.

**Controlli eseguibili da personale specializzato***Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare periodicamente le condizioni e l'integrità dei dispositivi in uso. Controllare l'aspetto cromatico e la consistenza dei colori corrispondenti alle diverse simbologie. Controllare la disposizione dei dispositivi in funzione degli altri segnali e comunque nel rispetto del Nuovo Codice della Strada.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino degli elementi e/o sostituzione con altri analoghi mediante applicazione a raso nella pavimentazione e con sporgenza non oltre i limiti consentiti (3 cm).

*5.04.05. Strisce longitudinali***Anomalie riscontrabili**

*Usura:* perdita di materiale (vernice, materiale plastico, ecc.) dovuto all'usura provocata dall'azione dei veicoli e degli agenti atmosferici disgreganti.

**Controlli eseguibili da personale specializzato***Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare periodicamente le condizioni e l'integrità delle linee. Controllare l'aspetto cromatico e la consistenza dei colori corrispondenti alle diverse simbologie. Controllare l'efficienza della segnaletica e la visibilità in condizioni diverse (diurne, notturne, con luce artificiale, con nebbia, ecc.). Controllare la disposizione dei segnali in funzione della disciplina di circolazione dei veicoli e comunque nel rispetto del Nuovo Codice della Strada.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Rifacimento delle strisce*

Cadenza: ogni anno.

Rifacimento delle strisce mediante la squadratura e l'applicazione di materiali idonei (vernici, vernici speciali con l'aggiunta di microsfere di vetro, ecc.).

## 5.05. Sistemi di sicurezza stradale

### **Requisiti e prestazioni**

I sistemi di sicurezza stradale devono essere progettati ed organizzati in modo da garantire la sicurezza dell'utenza. Inoltre, questi devono soprattutto essere conformi alle norme sulla sicurezza e alla prevenzione di infortuni a mezzi e persone. Relativamente alle barriere di sicurezza esse devono, in particolare, rispettare i livelli di contenimento, deformazione e severità dell'urto in caso di collisioni.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 05.01. Sistema di illuminazione
- 05.02. Sistema di sicurezza
- 05.03. Dispositivi di ritenuta
- 05.04. Attenuatori d'urto

#### *5.05.01. Sistema di illuminazione*

### **Anomalie riscontrabili**

*Avarie:* guasti ed avarie alle centrali di telecontrollo con conseguenti alterazioni delle intensità luminose.

*Opacizzazione:* degli elementi per depositi di polveri derivanti dai gas di scarico e da agenti atmosferici.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

#### *Controllo generale*

Cadenza: ogni mese.

Controllare il corretto funzionamento dei corpi illuminanti. Verificare gli ancoraggi a parete. Verificare la perfetta visibilità in relazione allo stato del rivestimento delle pareti e del sistema di illuminazione artificiale.

### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

#### *Pulizia fari*

Cadenza: ogni 3 mesi.

Pulizia dei fari illuminanti e rimozione di depositi dovuto all'usura, ai gas di scarico e agli agenti atmosferici.

#### *Sostruzione corpi illuminanti*

Cadenza: quando occorre.

Sostituzione dei corpi illuminanti secondo la durata/ore prevista.

#### *5.05.02. Sistema di sicurezza*

##### **Anomalie riscontrabili**

*Avarie spie segnalazione:* difetti di funzionamento delle spie luminose ed acustiche.

*Difetti del pannello di segnalazione:* difetti del sistema di segnalazione allarmi dovuti a guasti delle spie luminose.

*Perdite di tensione:* riduzione della tensione di alimentazione.

##### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

*Aggiornamento punti di sicurezza*

Cadenza: ogni mese.

Aggiornamento del quadro di controllo in funzione dei punti di sicurezza.

*Controllo segnalazioni*

Cadenza: ogni mese.

Controllare e verificare il perfetto funzionamento delle spie luminose e/o acustiche. Controllare la disposizione dei sistemi di sicurezza.

##### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

*Integrazione*

Cadenza: ogni mese.

Integrazione dei sistemi di sicurezza con relativa segnaletica.

*Sostituzione*

Cadenza: quando occorre.

Sostituzione di spie luminose in funzione del grado di usura e della durata media.

#### *5.05.03. Dispositivi di ritenuta*

##### **Requisiti e prestazioni**

###### Invalicabilità

I dispositivi di ritenuta devono essere realizzati in modo da non essere facilmente invalicabili.

###### *Prestazioni*

In particolare, su opere di scavalco (ponti, viadotti, sovrappassi, ecc.) devono essere predisposti ai limiti esterni dispositivi di ritenuta e/o parapetti opportunamente dimensionati.

###### *Livello minimo della prestazione*

I dispositivi di ritenuta devono avere una altezza  $\geq 1,00$  m.

**Anomalie riscontrabili**

*Altezza inadeguata:* altezza inferiore rispetto ai riferimenti di norma.

*Mancanza:* caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

*Rottura:* di parti degli elementi costituenti i manufatti.

**Controlli eseguibili da personale specializzato**

*Controllo efficienza*

Cadenza: ogni mese.

Controllare la loro integrità e i limiti di altezza di invalicabilità.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino delle parti costituenti e adeguamento dell'altezza di invalicabilità.

*5.05.04. Attenuatore d'urto***Requisiti e prestazioni**Conformità

Gli attenuatori d'urto devono essere conformi ai criteri di accettazione.

*Prestazioni*

La conformità degli attenuatori va determinata in relazione ai criteri di prestazione stabiliti dalla norma UNI EN 1317-3, ossia: alla severità dell'impatto del veicolo in questione, alla traiettoria del veicolo in questione, alla proiezione ed alla diffusione dei frammenti del veicolo in questione e dell'attenuatore d'urto, al livello di contenimento, alla deformazione subita dall'attenuatore d'urto, nonché alle classi di velocità, alla larghezza e all'angolazione.

*Livello minimo della prestazione*

I livelli minimi variano in funzione dei criteri di prova stabiliti dalla norma UNI EN 1317-3.

**Anomalie riscontrabili**

*Mancanza:* di elementi costituenti l'attenuatore con relativa perdita funzionale.

*Rottura:* di parti degli elementi costituenti gli attenuatori.

*Sganciamenti:* di parti costituenti e perdita di elementi di connessione (bulloni, chiodi, piastre, ecc.).

**Controlli eseguibili da personale specializzato**

*Controllo generale*

Cadenza: ogni mese.

Controllare lo stato generale degli attenuatori d'urto e delle parti costituenti, nonché la loro integrazione con la viabilità e la segnaletica stradale.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

*Sostituzione*

Cadenza: quando occorre.

Sostituzione di parti mancanti o rotte con altri elementi di caratteristiche analoghe.

## 5.06. Impianti

### **Requisiti e prestazioni**

Il livello di rischio associato ad una galleria è proporzionale alla lunghezza della struttura, per questo la relativa dotazione impiantistica deve garantire un livello di affidabilità ed efficienza tali da mantenere il rischio per gli utenti al di sotto di prefissate soglie. La manutenzione dei sistemi di sicurezza consente il mantenimento di livelli di affidabilità ed efficienza tali da consentire l'esercizio dell'infrastruttura in sicurezza. Ogni squadra di manutenzione dovrà eseguire tutte le operazioni di manutenzione ordinaria (giornaliere, settimanali, mensili, semestrali) in base alla dotazione impiantistica della stessa e al livello di rischio associato alla galleria.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- 06.01. Impianto di illuminazione
- 06.02. Impianto di ventilazione
- 06.03. Impianto elettrico
- 06.04. Impianto SOS
- 06.05. Impianto idrico antincendio

#### *5.06.01. Impianto di illuminazione*

### **Anomalie riscontrabili**

*Avarie:* guasti ed avarie alle centrali di telecontrollo con conseguenti alterazioni dell'intensità luminosa.

*Opacizzazione:* degli elementi per depositi di polveri derivanti dai gas di scarico e da agenti atmosferici.

*Perdite di tensione:* riduzione della tensione di alimentazione.

*Usura:* degli elementi in uso.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato**

#### *Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti. Controllare le lampade spente dell'illuminazione ordinaria.



*Controllo approfondito con prove*

Cadenza: ogni anno.

Verificare i cavi di potenza, comando e controllo, compresi i relativi elementi di fissaggio, il corretto orientamento dei corpi illuminanti e la coppia di serraggio della bulloneria sulle giunzioni principali. Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione. Controllare l'integrità strutturale delle canaline, delle staffe e di eventuali cavi esterni alle canalette. Controllare la tenuta alle strutture portanti della galleria.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Pulizia*

Cadenza: ogni anno.

Pulizia dei corpi illuminanti e delle plafoniere.

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Sostituzione delle parti in avanzato stato di usura. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomali e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.

*5.06.02. Impianto di ventilazione***Anomalie riscontrabili**

*Avarie:* guasti ed avarie alle varie componenti dell'impianto.

*Usura:* usura degli elementi in uso.

**Controlli eseguibili da personale specializzato***Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti. Verificare lo stato dei cavi, la stabilità globale dei ventilatori e lo stato dei singoli componenti.

*Controllo approfondito con prove*

Cadenza: ogni anno.

Controllare in modo visivo e approfondito i ventilatori ed eseguire delle prove di corretto azionamento degli stessi. Verificare la funzionalità degli organi di comando, sezionamento e protezione elettrica. Verificare la pulizia e il serraggio delle connessioni e della continuità del conduttore di messa a terra. Verificare il corretto funzionamento dell'impianto sia in caso di ventilazione sanitaria che di emergenza. Verificare i sensori, le componenti meccaniche e le coppie di serraggio della bulloneria. Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione. Controllare l'integrità strutturale delle canaline, delle staffe e di eventuali cavi esterni alle canalette. Controllare la tenuta alle strutture portanti della galleria.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Pulizia*

Cadenza: ogni anno.

Pulizia delle griglie dei ventilatori.

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Sostituzione delle parti in avanzato stato di usura. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomali e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.

*5.06.03. Impianto elettrico***Anomalie riscontrabili**

*Avarie:* guasti ed avarie alle varie componenti dell'impianto.

*Usura:* degli elementi in uso.

*Perdite di tensione:* riduzione della tensione di alimentazione.

**Controlli eseguibili da personale specializzato***Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di

corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti.

*Controllo approfondito con prove*

Cadenza: ogni anno.

Controllare la funzionalità dei sistemi di aerazione e lo stato di impermeabilizzazione della copertura dei locali tecnici. Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione. Controllare l'integrità delle apparecchiature, dei vari strumenti e il serraggio dei collegamenti elettrici. Verificare l'efficienza delle connessioni a terra e la continuità dei conduttori di messa a terra.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

*Pulizia*

Cadenza: ogni anno.

Pulizia e riordino dei locali tecnici.

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomalie e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.

*5.06.04. Impianto SOS*

**Anomalie riscontrabili**

*Avarie:* guasti ed avarie alle varie componenti dell'impianto.

*Usura:* degli elementi in uso.

*Perdite di tensione:* riduzione della tensione di alimentazione.

**Controlli eseguibili da personale specializzato**

*Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di

incidenti. Controllare il sistema di trasmissione e ricezione, onde verificarne il regolare funzionamento, e le guarnizioni.

*Controllo approfondito con prove*

Cadenza: ogni anno.

Verificare il corretto funzionamento degli impianti. Verificare i cavi di potenza, comando e controllo, compresi i relativi elementi di fissaggio (es. morsetti, muffole, etc.). Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Riparazione/sostituzione delle parti difettose. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomalie e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.

*5.06.05. Impianto idrico antincendio*

**Anomalie riscontrabili**

*Avarie:* guasti ed avarie alle varie componenti dell'impianto.

*Usura:* degli elementi in uso.

**Controlli eseguibili da personale specializzato**

*Controllo generale*

Cadenza: ogni 6 mesi.

Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti. Verificare l'integrità delle vasche di raccolta acqua e il livello dell'acqua stesso. Verificare i corretti funzionamenti delle pompe e dei motori, dello stato delle componenti dell'impianto e dei sensori.

*Controllo approfondito con prove*

Cadenza: ogni anno.

Controllare la presenza di estintori (a polvere o a CO2) e del loro stato di conservazione (pressione interna, presenza di anomalie, ecc.). Controllo degli impianti fissi di estinzione (presenza di anomalie o danni, pressione in uscita, portata, ecc.).

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato***Pulizia*

Cadenza: ogni anno.

Pulizia e riordino dei locali.

*Ripristino*

Cadenza: quando occorre.

Riparazione/sostituzione delle parti difettose. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomalie e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.

## 6. Programma di Manutenzione

Il Programma di Manutenzione fornisce le indicazioni necessarie a programmare nel tempo le attività descritte dal Manuale d'Uso e dal Manuale di Manutenzione. Prevede, infatti, una serie di controlli e interventi da eseguire, a cadenze prefissate, al fine di una corretta gestione dell'opera e delle sue parti nel corso del tempo. Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:

- **Sottoprogramma delle prestazioni:** descrive le prestazioni ammissibili fornite dall'opera e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita utile. Le prestazioni di ciascun elemento possono variare dal valore di progetto a quello minimo di norma. Non si ritengono tuttavia accettabili, per le gallerie, riduzioni del livello prestazionale di progetto a meno di specifiche verifiche che dimostrino la compatibilità ai requisiti minimi di norma della capacità strutturale dell'opera affetta da degrado. In altre parole, è necessario procedere a ripristino/sostituzione degli elementi affetti da anomalia (con conseguenze strutturali) a meno che non si proceda ad una verifica specifica di accettabilità del degrado.
- **Sottoprogramma dei controlli:** individua e definisce gli interventi di controllo e di verifica da eseguire a cadenze prefissate, al fine di rilevare eventuali peggioramenti del livello delle prestazioni delle varie componenti dell'opera, individuandone le cause e predisponendo quindi una tempistica appropriata per i successivi interventi di manutenzione. Inoltre, le frequenze di ispezione sono differenziate per le varie zone sopraindicate: Zona 1, Zona 2 e Zona 3.
- **Sottoprogramma degli interventi:** riporta, in ordine temporale, la frequenza dei differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione dell'opera. Gli interventi di manutenzione vengono in effetti decisi stabilendo una priorità di intervento che sia finalizzata a razionalizzare ed ottimizzare la gestione della manutenzione. Il programma, essendo strettamente dipendente dai risultati delle ispezioni, deve essere dinamico, con continui aggiornamenti delle tempistiche e delle priorità.

## 6.1. Sottoprogramma delle prestazioni

### 6.1.01. Struttura della galleria

<b>Requisiti e prestazioni: struttura della galleria</b>
<p>Le gallerie devono essere dimensionate ed organizzate in modo da essere facilmente percorribili. Le prestazioni variano in funzione dei tipi e delle caratteristiche delle strade servite. Nessuna parte della struttura, con il passare del tempo, deve presentare degli inconvenienti tecnici che possano influire sul regolare funzionamento della stessa e/o che ne compromettano la funzionalità nel tempo, nonché la stabilità complessiva e di ogni singola parte. Inoltre, lo stato dei rivestimenti della galleria deve essere tale da impedire alle acque di falda provenienti dall'ammasso roccioso di penetrare all'interno dei rivestimenti stessi. Tuttavia, il livello minimo delle prestazioni è stabilito dai capitolati esecutivi, mentre il livello effettivo sarà quello comunicato dalle ditte esecutrici secondo la qualità effettiva dei materiali e impianti forniti.</p>

## 6.1.02. Superficie stradale

<b>Requisiti e prestazioni: superficie stradale</b>			
Le strade, le aree di sosta e gli altri elementi della viabilità devono essere dimensionati ed organizzati in modo da essere raggiungibili e praticabili, garantendo la sicurezza e l'accessibilità durante la circolazione da parte dell'utenza. Inoltre, questi devono soprattutto essere conformi alle norme sulla sicurezza e alla prevenzione di infortuni a mezzi e persone.			
<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Prestazioni</b>	<b>Livello minimo della prestazione</b>
Carreggiata	<u>Accessibilità.</u> La carreggiata deve essere accessibile ai veicoli e, se consentito, alle persone.	La carreggiata deve essere dimensionata secondo quando previsto dalle norme in materia di circolazione stradale.	Dimensioni minime: la carreggiata deve avere una larghezza minima pari a 3,50 m e deve essere dotata di sovrastruttura estesa per una larghezza di 0,30 m da entrambi i lati della carreggiata.
Marciapiedi di servizio	<u>Conformazione geometrica.</u> I marciapiedi di servizio devono essere realizzati in modo conforme alle norme stradali.	I marciapiedi di servizio devono essere dimensionati in modo da garantire l'accessibilità e l'uso da parte degli utenti.	Valgono i seguenti parametri minimi: per il tipo D dovrà prevedersi un marciapiede, su ciascuna delle due carreggiate e affiancato alla banchina destra, con una larghezza non minore di 1,50 m; per i tipi E ed F, come per il tipo D e dovranno essere rialzati e delimitati verso le banchine da un ciglio sagomato di altezza non superiore a 15 cm senza dispositivi di ritenuta non invalicabili.
Piazzole di sosta	<u>Accessibilità.</u> Le piazzole di sosta devono essere realizzate in modo da consentire la sicurezza della circolazione dei veicoli.	È opportuno che le piazzole di sosta siano intervallate, dimensionate e distribuite in maniera opportuna in entrambi i sensi di marcia delle strade.	Le piazzole di sosta vanno distribuite ad intervalli di circa 1 000 m. Per le strade di tipo A, la lunghezza complessiva non deve essere inferiore a 65 m.



## 6.1.03. By-pass

**Requisiti e prestazioni: by-pass**

I by-pass devono seguire importanti principi di progettazione quali: le uscite d'emergenza devono essere chiaramente segnalate in modo da distinguerle dall'accesso ai locali tecnici e il colore raccomandato delle porte (molto spesso il colore verde delle "uscite d'emergenza") deve essere considerato in combinazione con il tipo di illuminazione della galleria; le porte e le aperture devono avere dimensioni tali da sopportare un numero elevato di persone in breve tempo, nonché il passaggio dei soccorritori con l'attrezzatura o con le barelle; le uscite d'emergenza devono essere visibili direttamente o attraverso segnali visibili e riconoscibili da ogni posizione nella galleria; i pavimenti d'accesso, le soglie ecc. e il locale subito al di là dell'uscita d'emergenza devono essere "invitanti" e progettati per impedire che le persone cadano o inciampino; l'illuminazione/la segnalazione dei cordoli non devono essere d'ostacolo per le persone che camminano; le porte delle uscite d'emergenza non devono essere chiuse a chiave.

#### 6.1.04. Segnaletica stradale

Requisiti e prestazioni: segnaletica stradale			
<p>I segnali verticali devono essere dimensionati e posizionati in modo da essere visibili dagli utenti della strada. Le loro prestazioni, relativamente al requisito di percettibilità, sono strettamente legate allo spazio di avvistamento “d”, alla velocità degli autoveicoli “V” e ad altri parametri dimensionali (altezze, distanza dal ciglio stradale, ecc.). Inoltre, i segnali devono avere caratteristiche di rifrangenza, colorimetriche, fotometriche e tecnologiche secondo parametri stabiliti secondo il Nuovo Codice della Strada.</p> <p>Relativamente alla segnaletica orizzontale, invece, i requisiti riguardano principalmente le sue prestazioni durante la sua durata di vita funzionale, espressi attraverso diversi parametri che rappresentano diversi aspetti prestazionali, quali il colore, la resistenza al derapaggio, la retroriflessione o la riflessione della luce. La durata di vita funzionale dipende dalla durata della segnaletica orizzontale, dalla frequenza del passaggio di veicoli sulla segnaletica orizzontale (per esempio nel caso dei simboli sulla carreggiata rispetto alle linee laterali), dalla densità del traffico, dalla ruvidità della superficie stradale e da aspetti relativi alle condizioni locali, quali, per esempio, l’uso di pneumatici antighiaccio con inserti metallici in alcuni paesi.</p>			
Elemento manutenibile	Requisiti	Prestazioni	Livello minimo della prestazione
Inserti stradali	<p><u>Adattabilità dimensionale.</u></p> <p>Gli inserti devono poter essere adattati dimensionalmente rispetto al tipo di superficie e in riferimento alle condizioni di traffico.</p>	<p>Gli inserti stradali vanno installati in modo da emergere dalla superficie stradale secondo le classi di destinazione d'uso H.</p>	<p>CL. H0 - ALTEZZA: (non idonei al carico di traffico stradale);</p> <p>CL. H1 - ALTEZZA <math>\leq 18</math> mm;</p> <p>CL. H2 - ALTEZZA <math>&gt;18</math> mm e <math>\leq 20</math> mm;</p> <p>CL. H3 - ALTEZZA <math>&gt;20</math> mm e <math>\leq 25</math> mm.</p>

### 6.1.05. Sistemi di sicurezza stradale

<b>Requisiti e prestazioni: sistemi di sicurezza stradale</b>			
<p>I sistemi di sicurezza stradale devono essere progettati ed organizzati in modo da garantire la sicurezza dell'utenza. Inoltre, questi devono soprattutto essere conformi alle norme sulla sicurezza e alla prevenzione di infortuni a mezzi e persone. Relativamente alle barriere di sicurezza esse devono, in particolare, rispettare i livelli di contenimento, deformazione e severità dell'urto in caso di collisioni.</p>			
<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Prestazioni</b>	<b>Livello minimo della prestazione</b>
Dispositivi di ritenuta	<p><u>Invalicabilità.</u></p> <p>I dispositivi di ritenuta devono essere realizzati in modo da non essere facilmente invalicabili.</p>	<p>In particolare, su opere di scavalcamento (ponti, viadotti, sovrappassi, ecc.) devono essere predisposti ai limiti esterni dispositivi di ritenuta e/o parapetti opportunamente dimensionati.</p>	<p>I dispositivi di ritenuta devono avere una altezza <math>\geq 1,00</math> m.</p>
Attenuatore d'urto	<p><u>Conformità.</u></p> <p>Gli attenuatori d'urto devono essere conformi ai criteri di accettazione.</p>	<p>La conformità degli attenuatori va determinata in relazione ai criteri di prestazione stabiliti dalla norma UNI EN 1317-3, ossia: alla severità dell'impatto del veicolo in questione, alla traiettoria del veicolo in questione, alla proiezione ed alla diffusione dei frammenti del veicolo in questione e dell'attenuatore d'urto, al livello di contenimento, alla deformazione subita dall'attenuatore d'urto, nonché alle classi di velocità, alla larghezza e all'angolazione.</p>	<p>I livelli minimi variano in funzione dei criteri di prova stabiliti dalla norma UNI EN 1317-3.</p>

## 6.1.06. Impianti

Requisiti e prestazioni: impianti
-----------------------------------

<p>Il livello di rischio associato ad una galleria è proporzionale alla lunghezza della struttura, per questo la relativa dotazione impiantistica deve garantire un livello di affidabilità ed efficienza tali da mantenere il rischio per gli utenti al di sotto di prefissate soglie. La manutenzione dei sistemi di sicurezza consente il mantenimento di livelli di affidabilità ed efficienza tali da consentire l'esercizio dell'infrastruttura in sicurezza. Ogni squadra di manutenzione dovrà eseguire tutte le operazioni di manutenzione ordinaria (giornaliere, settimanali, mensili, semestrali) in base alla dotazione impiantistica della stessa e al livello di rischio associato alla galleria.</p>
--

## 6.2. Sottoprogramma dei controlli

### 6.2.01. Struttura della galleria

Elemento manutenibile	Verifiche	Tipologia	Frequenza
Rivestimento	<i>Controllo generale.</i> Controllare la presenza di eventuali anomalie nelle pareti e lungo i rivestimenti, quali fessurazioni, esposizione dei ferri di armatura, presenza di vegetazione, ecc.	Controllo	Ogni 6 mesi
	<i>Controllo approfondito.</i> Controllare l'integrità delle parti a vista dell'opera al fine di individuare eventuali danni, deformazioni o deterioramenti dei materiali mediante ispezioni di tipo visivo e uditivo (martello).	Controllo di tipo visivo e/uditivo	Ogni anno - Il primo anno cadenza trimestrale
	<i>Controllo approfondito con prove.</i> Eseguire indagini di tipo strumentale (TSS, georadar, ecc.) al fine di individuare eventuali evoluzioni delle difettosità presenti o problematiche non riscontrabili mediante un'ispezione visiva, quale la presenza di sotto spessori. Controllare lo stato tensionale del calcestruzzo mediante prove con martinetto piatto o, preferibilmente, mediante prove doorstopper. Verificare lo stato del calcestruzzo controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione mediante prove di laboratorio, quali prove di carbonatazione, prove di resistenza a compressione, ecc.	Prove strumentali	Ogni anno - Il primo anno cadenza semestrale
	<i>Monitoraggio topografico.</i> Monitoraggio topografico al fine di verificare la convergenza del cavo e la stabilità globale della galleria.	Monitoraggio	Ogni 3 mesi per il primo anno
Arco rovescio	<i>Controllo generale.</i> Controllare la presenza di eventuali anomalie nelle pareti e lungo i rivestimenti (fessurazioni, disgregazioni, distacchi, ecc.).	Controllo	Ogni 6 mesi
Impermeabilizzazione	<i>Controllo generale.</i> Controllare la presenza di eventuali anomalie nelle pareti e lungo i rivestimenti (alterazione della superficie del calcestruzzo, formazione di bolle d'aria, deposito superficiale di spessore variabile, ecc.).	Controllo	Ogni 6 mesi

## 6.2.02. Superficie stradale

<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Verifiche</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Frequenza</b>
Sistema di drenaggio	<i>Controllo canalizzazioni.</i> Controllare lo stato generale delle canalette e del perfetto deflusso delle acque meteoriche.	Controllo	Ogni mese
Carreggiata	<i>Controllo carreggiata.</i> Controllare lo stato generale. Verificare dell'assenza di eventuali buche e/o altre anomalie (cedimenti, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, ecc.). Controllare lo stato dei giunti. Controllare l'integrità della striscia di segnaletica di margine verso la banchina.	Controllo	Ogni mese
Marciapiedi di servizio	<i>Controllo pavimentazione.</i> Controllare lo stato generale al fine di verificare l'assenza di eventuali buche e/o altre anomalie (mancanza di elementi, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, presenza di vegetazione ecc.) che possono rappresentare pericolo per la sicurezza e l'incolumità delle persone. Controllare lo stato dei bordi e dei materiali lapidei stradali. Controllare lo stato di pulizia e verificare l'assenza di depositi e di eventuali ostacoli.	Controllo	Ogni mese
Piazzole di sosta	<i>Controllo generale.</i> Controllare lo stato generale delle aree adibite a piazzole di sosta. Verificare l'assenza di eventuali anomalie della pavimentazione. Controllare l'integrità della segnaletica orizzontale. Controllare l'assenza di crescita di vegetazione spontanea o di depositi lungo le aree.	Controllo	Ogni mese

## 6.2.03. By-pass

Elemento manutenibile	Verifiche	Tipologia	Frequenza
Strutture in acciaio	<i>Controllo generale.</i> Verificare lo stato di conservazione dei rivestimenti protettivi degli elementi a vista. Verificare la presenza di corrosioni localizzate, soprattutto nelle giunzioni, e di condensa e aloni. Verificare la presenza di eventuali tracce di infiltrazioni perimetrali.	Controllo	Ogni 4 mesi
Infissi e portoni metallici/ Maniglioni e leveraggi	<i>Controllo generale.</i> Verificare la presenza di ritegni impropri. Verificare lo stato dei fissaggi e l'integrità costruttiva. Verificare le cerniere. Verificare i dispositivi di apertura e del chiudiporta, integrato o esterno.	Controllo	Ogni 4 mesi
Area pavimentata fronte by-pass	<i>Controllo generale.</i> Verificare lo stato generale di conservazione. Verificare lo stato di usura del manto stradale, del cordolo laterale, dei chiusini e delle griglie. Verificare lo stato della segnaletica verticale.	Controllo	Ogni 4 mesi

#### 6.2.04. Segnaletica stradale

Elemento manutenibile	Verifiche	Tipologia	Frequenza
Segnaletica di sicurezza	<i>Controllo generale.</i> Controllare periodicamente le condizioni e l'integrità dei cartelli segnaletici e dei relativi sostegni, nonché gli ancoraggi e i fissaggi annessi. Controllare l'aspetto cromatico ed in particolare la consistenza dei colori corrispondenti alle diverse simbologie (colore di sicurezza; colore di contrasto; ecc.), anche in funzione del grado di visibilità. Controllare l'efficienza della segnaletica e, soprattutto, il posizionamento e la visibilità in condizioni diverse (diurne, notturne, con luce artificiale, con nebbia, in casi di emergenza, ecc.).	Controllo	Ogni mese
Cartelli segnaletici verticali	<i>Controllo generale.</i> Controllare l'assenza di eventuali anomalie. Controllare l'aspetto cromatico ed in particolare la consistenza dei colori corrispondenti alle diverse simbologie. Controllare l'efficienza della segnaletica ed in particolare la visibilità in condizioni diverse (diurne, notturne, con luce artificiale, con nebbia, ecc.). Controllare la disposizione dei segnali in funzione della logica e disciplina di circolazione dell'utenza, anche in funzione dei piani di traffico stradale.	Controllo	Ogni 3 mesi
Sostegni, supporti e accessori vari	<i>Controllo generale.</i> Controllare l'assenza di eventuali anomalie. Verificare la corretta stabilità dei supporti a cartelli e/o pannelli segnaletici.	Controllo	Ogni 6 mesi
Inseri stradali	<i>Controllo generale.</i> Controllare periodicamente le condizioni e l'integrità dei dispositivi in uso. Controllare l'aspetto cromatico e la consistenza dei colori corrispondenti alle diverse simbologie. Controllare la disposizione dei dispositivi in funzione degli altri segnali e comunque nel rispetto del Nuovo Codice della Strada.	Controllo	Ogni 6 mesi
Strisce longitudinali	<i>Controllo generale.</i> Controllare periodicamente le condizioni e l'integrità delle linee. Controllare l'aspetto cromatico e la consistenza dei colori corrispondenti alle diverse simbologie. Controllare l'efficienza della segnaletica e la visibilità in condizioni diverse (diurne, notturne, con luce artificiale, con nebbia, ecc.). Controllare la disposizione dei segnali in funzione della disciplina di circolazione dei veicoli e comunque nel rispetto del Nuovo Codice della Strada.	Controllo	Ogni 6 mesi



## 6.2.05. Sistemi di sicurezza stradale

Elemento manutenibile	Verifiche	Tipologia	Frequenza
Sistema di illuminazione	<i>Controllo generale.</i> Controllare il corretto funzionamento dei corpi illuminanti. Verificare gli ancoraggi a parete. Verificare la perfetta visibilità in relazione allo stato del rivestimento delle pareti e del sistema di illuminazione artificiale.	Controllo	Ogni mese
Sistema di sicurezza	<i>Aggiornamento punti di sicurezza.</i> Aggiornamento del quadro di controllo in funzione dei punti di sicurezza.	Aggiornamento	Ogni mese
	<i>Controllo segnalazioni.</i> Controllare e verificare il perfetto funzionamento delle spie luminose e/o acustiche. Controllare la disposizione dei sistemi di sicurezza.	Controllo	Ogni mese
Dispositivi di ritenuta	<i>Controllo efficienza.</i> Controllare la loro integrità e i limiti di altezza di invalicabilità.	Prova	Ogni mese
Attenuatori d'urto	<i>Controllo generale.</i> Controllare lo stato generale degli attenuatori d'urto e delle parti costituenti, nonché la loro integrazione con la viabilità e la segnaletica stradale.	Controllo	Ogni mese

## 6.2.06. Impianti

Elemento manutenibile	Verifiche	Tipologia	Frequenza
Impianto di illuminazione	<i>Controllo generale.</i> Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti. Controllare le lampade spente dell'illuminazione ordinaria.	Controllo	Ogni 6 mesi
	<i>Controllo approfondito con prove.</i> Verificare i cavi di potenza, comando e controllo, compresi i relativi elementi di fissaggio, il corretto orientamento dei corpi illuminanti e la coppia di serraggio della bulloneria sulle giunzioni principali. Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione. Controllare l'integrità strutturale delle canaline, delle staffe e di eventuali cavi esterni alle canalette. Controllare la tenuta alle strutture portanti della galleria.	Prova	Ogni anno
Impianto di ventilazione	<i>Controllo generale.</i> Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti. Verificare lo stato dei cavi, la stabilità globale dei ventilatori e lo stato dei singoli componenti.	Controllo	Ogni 6 mesi
	<i>Controllo approfondito con prove.</i> Controllare in modo visivo e approfondito i ventilatori ed eseguire delle prove di corretto azionamento degli stessi. Verificare la funzionalità degli organi di comando, sezionamento e protezione elettrica. Verificare la pulizia e il serraggio delle connessioni e della continuità del conduttore di messa a terra. Verificare il corretto funzionamento dell'impianto sia in caso di ventilazione sanitaria che di emergenza. Verificare i sensori, le componenti meccaniche e le coppie di serraggio della bulloneria. Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al	Prova	Ogni anno

	deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione. Controllare l'integrità strutturale delle canaline, delle staffe e di eventuali cavi esterni alle canalette. Controllare la tenuta alle strutture portanti della galleria.		
Impianto elettrico	<i>Controllo generale.</i> Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti.	Controllo	Ogni 6 mesi
	<i>Controllo approfondito con prove.</i> Controllare la funzionalità dei sistemi di aerazione e lo stato di impermeabilizzazione della copertura dei locali tecnici. Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione. Controllare l'integrità delle apparecchiature, dei vari strumenti e il serraggio dei collegamenti elettrici. Verificare l'efficienza delle connessioni a terra e la continuità dei conduttori di messa a terra.	Prova	Ogni anno
Impianto SOS	<i>Controllo generale.</i> Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti. Controllare il sistema di trasmissione e ricezione, onde verificarne il regolare funzionamento, e le guarnizioni.	Controllo	Ogni 6 mesi
	<i>Controllo approfondito con prove.</i> Verificare il corretto funzionamento degli impianti. Verificare i cavi di potenza, comando e controllo, compresi i relativi elementi di fissaggio (es. morsetti, muffole, etc.). Verificare che i vari componenti della struttura non presentino danni dovuti ad incidenti oppure al deterioramento dei materiali. Controllare che la protezione delle parti metalliche sia stabile e non presenti fenomeni di corrosione.	Prova	Ogni anno
	<i>Controllo generale.</i> Controllare in modo sistematico gli apparati per mantenere a livelli standard la loro	Controllo	Ogni 6 mesi

Impianto idrico antincendio	funzionalità tecnica, sia in condizioni di esercizio normale che di emergenza. Identificare l'insorgenza di principi di corrosione e/o instabilità delle parti meccaniche e i punti di eventuale danneggiamento a causa di incidenti. Verificare l'integrità delle vasche di raccolta acqua e il livello dell'acqua stesso. Verificare i corretti funzionamenti delle pompe e dei motori, dello stato delle componenti dell'impianto e dei sensori.		
	<i>Controllo approfondito con prove.</i> Controllare la presenza di estintori (a polvere o a CO2) e del loro stato di conservazione (pressione interna, presenza di anomalie, ecc.). Controllo degli impianti fissi di estinzione (presenza di anomalie o danni, pressione in uscita, portata, ecc.).	Prova	Ogni anno

## 6.3. Sottoprogramma degli interventi

### 6.3.01. Struttura della galleria

<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Manutenzione eseguibile</b>	<b>Frequenza</b>
Rivestimento	<i>Pulizia delle superfici.</i> Pulizia e rimozione dello sporco superficiale mediante spazzolatura manuale degli elementi o con tecniche di rimozione dei depositi, adatte al tipo di rivestimento, mediante getti di acqua a pressione e detergenti appropriati.	Quando occorre
	<i>Ripristino degli strati protettivi.</i> Ripristino degli strati protettivi, previa accurata pulizia delle superfici, con soluzioni chimiche appropriate.	Quando occorre
	<i>Installazione elementi protettivi.</i> Installazione di una rete protettiva leggera, avente funzione di “filtro anticaduta” di materiale fine in distacco, eventualmente con sovrapposta una rete protettiva pesante, avente funzione strutturale. Installazione di un blindaggio interno della volta della galleria mediante lamiere di spessore ridotto, rese solidali tra loro a mezzo di saldature e al rivestimento definitivo mediante ancoraggi a vite.	Quando occorre
Arco rovescio	<i>Ripristino.</i> Interventi finalizzati al ripristino della stabilità globale della struttura.	Quando occorre
Impermeabilizzazione	<i>Trattamenti superficiali.</i> Trattamenti superficiali di canalizzazione delle acque in modo da evitare una diffusione incontrollata delle percolazioni sul rivestimento. Nei casi di percolazione in presenza di armatura, trattamenti volti ad evitare l’ossidazione delle armature e conseguenti fenomeni di espulsione del copriferro.	Quando occorre

### 6.3.02. Superficie stradale

<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Manutenzione eseguibile</b>	<b>Frequenza</b>
Sistema di drenaggio	<i>Pulizia.</i> Pulizia e rimozione di depositi, detriti e fogliame.	Ogni mese
	<i>Ripristino canalizzazioni.</i> Ripristino delle canalizzazioni con integrazione di parti mancanti relative alle canalette e ad altri elementi. Sistemazione degli elementi accessori di evacuazione e scarico delle acque meteoriche.	Ogni mese
Carreggiata	<i>Ripristino carreggiata.</i> Riparazioni di eventuali buche e/o fessurazioni mediante ripristino degli strati di fondo, pulizia e rifacimento degli strati superficiali con l'impiego di bitumi stradali a caldo. Rifacimento dei giunti degradati.	Quando occorre
Marciapiedi di servizio	<i>Pulizia.</i> Pulizia periodica delle superfici costituenti i percorsi pedonali e rimozione di depositi e detriti. Lavaggio con prodotti detergenti idonei al tipo di materiale ed alla pavimentazione in uso.	Ogni settimana
	<i>Riparazione pavimentazione.</i> Riparazione delle pavimentazioni e/o dei rivestimenti dei percorsi pedonali con sostituzione localizzata di elementi rotti o fuori sede oppure sostituzione totale degli elementi della zona degradata e/o usurata. Demolizione ed asportazione dei vecchi elementi, pulizia e ripristino degli strati di fondo, pulizia e posa dei nuovi elementi con l'impiego di malte, colle, sabbia o bitumi liquidi a caldo. Le tecniche di posa e di rifiniture variano in funzione dei materiali, delle geometrie e del tipo di percorso pedonale.	Quando occorre
Piazzole di sosta	<i>Ripristino.</i> Ripristino delle aree di sosta con integrazione del manto stradale e della segnaletica orizzontale. Rimozione di ostacoli, vegetazione, depositi, ecc.	Quando occorre

## 6.3.03. By-pass

<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Manutenzione eseguibile</b>	<b>Frequenza</b>
Strutture in acciaio	<i>Pulizia.</i> Pulizia puntuale delle superfici con tracce di ruggine e dei profili.	Ogni anno
	<i>Ripristino.</i> Ripristini localizzati degli elementi, delle sigillature e delle guarnizioni. Ritocchi di verniciatura. Rinforzo/rifacimento degli elementi degradati.	Quando occorre
Infissi e portoni metallici/ maniglioni e leveraggi	<i>Pulizia.</i> Pulizia e ingrassaggio dei vari elementi, pulizia delle guide, dei telai e delle superfici.	Ogni anno
	<i>Ripristino.</i> Sostituzione/riparazione dei maniglioni, delle guarnizioni, dei fissaggi, dei sistemi di blocco e sblocco, ecc.	Quando occorre
Area pavimentata fronte by-pass	<i>Pulizia.</i> Pulizia della carreggiata e del cordolo laterale.	Ogni anno
	<i>Ripristino.</i> Ripristino delle zone fessurate. Rifacimento localizzato degli strati di fondo della pavimentazione. Sostituzione dei chiusini e delle griglie.	Quando occorre

### 6.3.04. Segnaletica stradale

<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Manutenzione eseguibile</b>	<b>Frequenza</b>
Segnaletica di sicurezza	<i>Ripristino elementi usurati.</i> Sostituzione ed integrazione degli elementi usurati della segnaletica di sicurezza con elementi analoghi, così come previsto dalle norme di riferimento. Rimozione del vecchio segnale (palo, cartello, ecc.) e del relativo basamento e ricostituzione dello stesso. Riposizionamento del nuovo segnale e verifica dell'integrazione con il resto della segnaletica.	Quando occorre
Cartelli segnaletici verticali	<i>Ripristino elementi.</i> Ripristino e/o sostituzione degli elementi usurati della segnaletica con elementi analoghi così come previsto dal nuovo codice della strada. Rimozione del cartello segnaletico, riposizionamento del nuovo segnale e verifica dell'integrazione nel sistema della segnaletica stradale di zona.	Quando occorre
Sostegni, supporti, accessori vari	<i>Ripristino stabilità.</i> Ripristino delle condizioni di stabilità, mediante l'utilizzo di adeguata attrezzatura, provvedendo al serraggio degli elementi accessori e/o alla loro integrazione con altri di analoghe caratteristiche. Gli interventi vanno considerati anche in occasione di eventi traumatici esterni (urti, atti di vandalismo, ecc.).	Quando occorre
Inseri stradali	<i>Ripristino.</i> Ripristino degli elementi e/o sostituzione con altri analoghi mediante applicazione a raso nella pavimentazione e con sporgenza non oltre i limiti consentiti (3 cm).	Quando occorre
Strisce longitudinali	<i>Rifacimento delle strisce.</i> Rifacimento delle strisce mediante la squadratura e l'applicazione di materiali idonei (vernici, vernici speciali con l'aggiunta di microsfere di vetro, ecc.).	Ogni anno



## 6.3.05. Sistemi di sicurezza stradale

<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Manutenzione eseguibile</b>	<b>Frequenza</b>
Sistema di illuminazione	<i>Pulizia fari.</i> Pulizia dei fari illuminanti e rimozione di depositi dovuto all'usura, ai gas di scarico e agli agenti atmosferici.	Ogni 3 mesi
	<i>Sostituzione corpi illuminanti.</i> Sostituzione dei corpi illuminanti secondo la durata/ore prevista.	Quando occorre
Sistema di sicurezza	<i>Integrazione.</i> Integrazione dei sistemi di sicurezza con relativa segnaletica.	Ogni mese
	<i>Sostituzione.</i> Sostituzione di spie luminose in funzione del grado di usura e della durata media.	Quando occorre
Dispositivi di ritenuta	<i>Ripristino.</i> Ripristino delle parti costituenti e adeguamento dell'altezza di invalicabilità.	Quando occorre
Attenuatori d'urto	<i>Sostituzione.</i> Sostituzione di parti mancanti o rotte con altri elementi di caratteristiche analoghe.	Quando occorre

### 6.3.06. Impianti

<b>Elemento manutenibile</b>	<b>Manutenzione eseguibile</b>	<b>Frequenza</b>
Impianto di illuminazione	<i>Pulizia.</i> Pulizia dei corpi illuminanti e delle plafoniere.	Ogni anno
	<i>Ripristino.</i> Sostituzione delle parti in avanzato stato di usura. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomali e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.	Quando occorre
Impianto di ventilazione	<i>Pulizia.</i> Pulizia delle griglie dei ventilatori.	Ogni anno
	<i>Ripristino.</i> Sostituzione delle parti in avanzato stato di usura. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomali e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.	Quando occorre
Impianto elettrico	<i>Pulizia.</i> Pulizia e riordino dei locali tecnici.	Ogni anno
	<i>Ripristino.</i> Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomali e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.	Quando occorre
Impianto SOS	<i>Ripristino.</i> Riparazione/sostituzione delle parti difettose. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomali e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.	Quando occorre
Impianto idrico antincendio	<i>Pulizia.</i> Pulizia e riordino dei locali.	Ogni anno
	<i>Ripristino.</i> Riparazione/sostituzione delle parti difettose. Ripristino del corretto funzionamento a fronte di anomali e guasti. Sostituzione sul posto dei componenti che diano segni di logoramento o difettosità o che siano causa di cattivo funzionamento di un'apparecchiatura. Sostituzione sul posto dei componenti che in base ai dati statistici di vita si presume abbiano raggiunto il loro limite di funzionamento.	Quando occorre