

# L'ASSESSMENT GALLERIE ALLA LUCE DELLE RECENTI LINEE GUIDA

## PRIME APPLICAZIONI E RISVOLTI PROGETTUALI

*autostrade* // *per l'italia*

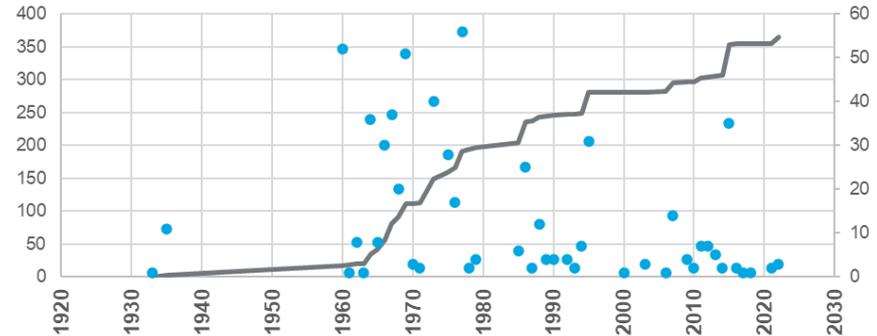


# Evoluzione rete ASPI

Lo sviluppo della rete autostradale italiana si concentra negli anni '60 – '70. A fine anni '70 erano state aperte al traffico circa il 70% delle gallerie della attuale rete ASPI, con uno sviluppo complessivo di circa il 55% dell'attuale rete.



km gallerie aperte al traffico, cum. rete Aspi,  
e numero fornicci aperti nell'anno



> 2'900 km Rete autostradale



595 Gallerie, ≈ 365 km

# Circolare MIT2020 – Manuale Ispezione Gallerie e Nuovo Catalogo Difetti

A seguito dell'evento di un distacco in calotta di una porzione di rivestimento il Ministero ha attivato un «Osservatorio Gallerie» e promosso una verifica straordinaria di tutte le gallerie delle concessionarie autostradali, dando vita alla iniziativa **Assessment Gallerie**.

I documenti trasmessi dal MIT sono stati elaborati prendendo come riferimento l'esperienza maturata in seno al Centre d'Études des Tunnels, servizio tecnico presso il Ministero dei Trasporti francese, ed applicata al Tunnel del Monte Bianco



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI

DIREZIONE GENERALE PER LA VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

**MANUALE ISPEZIONE GALLERIE**  
anno 2020

Il Direttore Generale : Dott. Felice Morisco  
Il Responsabile Tecnico : Ing. Placido Migliorino

MIGLIORINO PLACIDO  
MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
25.05.2020 10:44:30 CEST

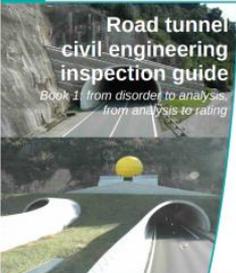
TECNE  
Sustainable  
Engineering

Rev.01 del 25/05/2020, ROMA

 Guides

**Road tunnel  
civil engineering  
inspection guide**  
*Book 1: from disorder to analysis  
from analysis to rating*

January 2017  
Centre d'Études des Tunnels



NUOVO CATALOGO DIFETTI 

**GALLERIE AUTOSTRADALI**  
**RIVESTIMENTI**

NUOVO CATALOGO DIFETTI

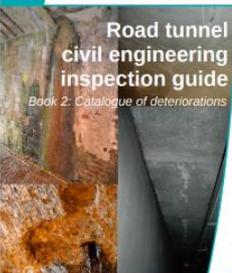
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Ver.	App.
0		Emissione	-	-	-

NUOVO CATALOGO DEI DIFETTI  
Pagina 1/141

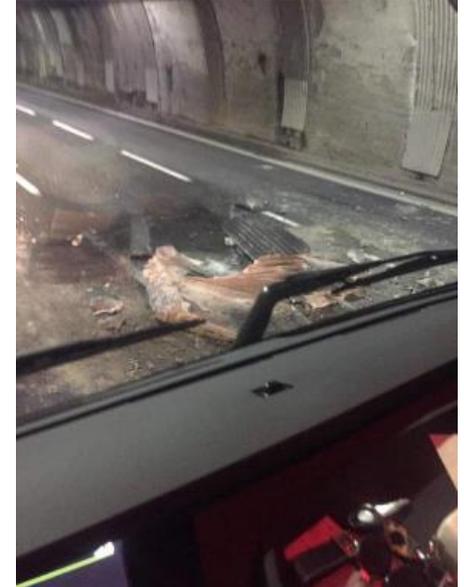
 Guides

**Road tunnel  
civil engineering  
inspection guide**  
*Book 2: Catalogue of deteriorations*

January 2017  
Centre d'Études des Tunnels



## Evento distacco in calotta



Distacco di una lastra di cls spessa circa 25cm, 3 tonnellate di detriti in carreggiata, avvenuto in orario notturno, senza provocare incidenti a cose o a persone

# Circolare MIT2020 – Manuale Ispezione Gallerie e Nuovo Catalogo Difetti

A tutti i difetti, classificati per tipologia (classificazione CETU), viene assegnata un indice che rappresenta lo stato di conservazione o evoluzione del difetto (indice IQOA). Una volta censito e classificato con IQOA 3, 3U, S era necessario procedere con interventi tipologici e/o specifici entro termini ben determinati: **Approccio interventistico**

<b>Interazione con l'acqua</b>		<b>Deterioramento dei sistemi di impermeabilizzazione, drenaggio e raccolta acque superficiali</b>		<b>Difetti degli elementi strutturali e della geometria della galleria</b>	
Infiltrazioni d'acqua	HY-1	Deterioramento del drenaggio d'intradosso	ED-1	<b>Difetti legati alla realizzazione dell'opera</b>	
Concrezioni	HY-2	Deterioramento delle canalette di raccolta in calotta	ED-2	Fondi di fori di scoppio instabili	MO-1
Effetti del gelo	HY-3	Deterioramento delle canalette di raccolta in carreggiata	ED-3	Vuoti superficiali nel rivestimento	MO-2
Efflorescenze su malta o calcestruzzo	HY-4	Deterioramento delle membrane impermeabilizzanti	ED-4	Vespai	MO-3
<b>Deterioramenti dovuti al terreno circostante</b>		Deterioramento delle onduline	ED-5	Deterioramento dei giunti in calcestruzzo	MO-4
Carsi e cavità	ZI-1	Rigonfiamento delle membrane impermeabilizzanti	ED-6	Difetti superficiali nel calcestruzzo	MO-5
Deterioramento dei portali	ZI-2	Deterioramento dei rivestimenti in malta	ED-7	<b>Altri deterioramenti</b>	
Instabilità dei pendii	ZI-3	Deterioramento dei pannelli isolanti impermeabili	ED-8	Difetti della carreggiata stradale	EQ-1
<b>Deterioramenti nelle sezioni non rivestite</b>		Deterioramento dei cordoli idroespandibili	ED-9	Deterioramento di lastre e tamponature	EQ-2
Distacco di blocchi da roccia alterata	NR-1	<b>Difetti degli elementi strutturali e della geometria della galleria</b>		<b>Deterioramenti associati al fuoco</b>	
Distacco di porzioni da roccia stratificata	NR-2	<b>Fessure</b>		Deterioramenti dovuti al fuoco	IN-1
<b>Deterioramento dei materiali di rivestimento</b>		Fessure orizzontali	FI-1	<b>Deterioramenti causati da scarsa manutenzione</b>	
Rivestimenti in muratura o pietra	RM-1	Fessure diagonali	FI-2	Scarsa manutenzione	EN-1
Deterioramento superficiale a nido d'ape	RM-2	Fessure verticali	FI-3		
Desquamazione	RM-3	Fessure da ritiro	FI-4		
Esfoliazione	RM-4	Fessure curvilinee (mezzaluna)	FI-5		
Distaccamenti dovuti a carichi di compressione	RM-5	<b>Difetti degli elementi strutturali e della geometria della galleria</b>			
Deterioramento dei letti di malta		<b>Deformazioni</b>			
<b>Deterioramento dei materiali di rivestimento</b>		Abbassamento in chiave – Innalzamento in chiave – Deformazione asimmetrica	DF-1		
Rivestimenti in calcestruzzo (gettato in opera o prefabbricato)	RB-1	Imbozzamento localizzato	DF-2		
Scheggiatura	RB-2	Disassamento dei conci murari	DF-3		
Rigonfiamenti	RB-3	Deterioramento dell'arco rovescio	DF-4		
Lesioni e distacchi dovuti a carichi di compressione	RB-4	Rottura dell'arco	DF-5		
Lesioni e distacchi dovuti a corrosione delle armature	RB-5				
Deterioramento dello shotcrete					

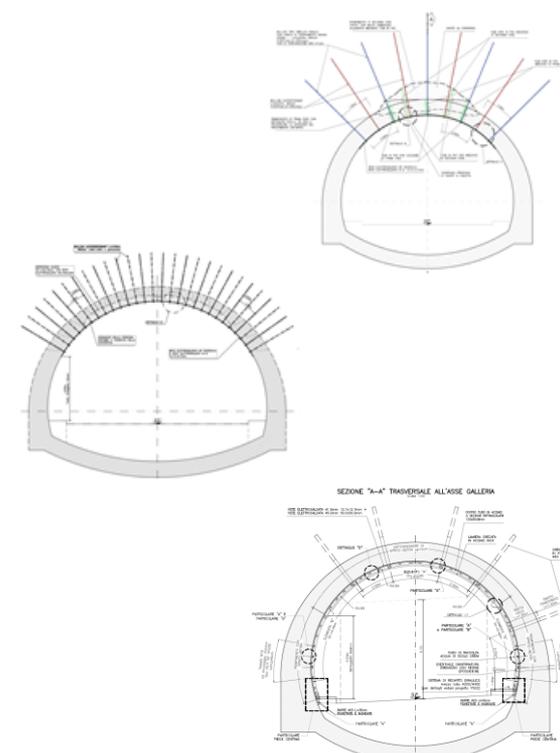
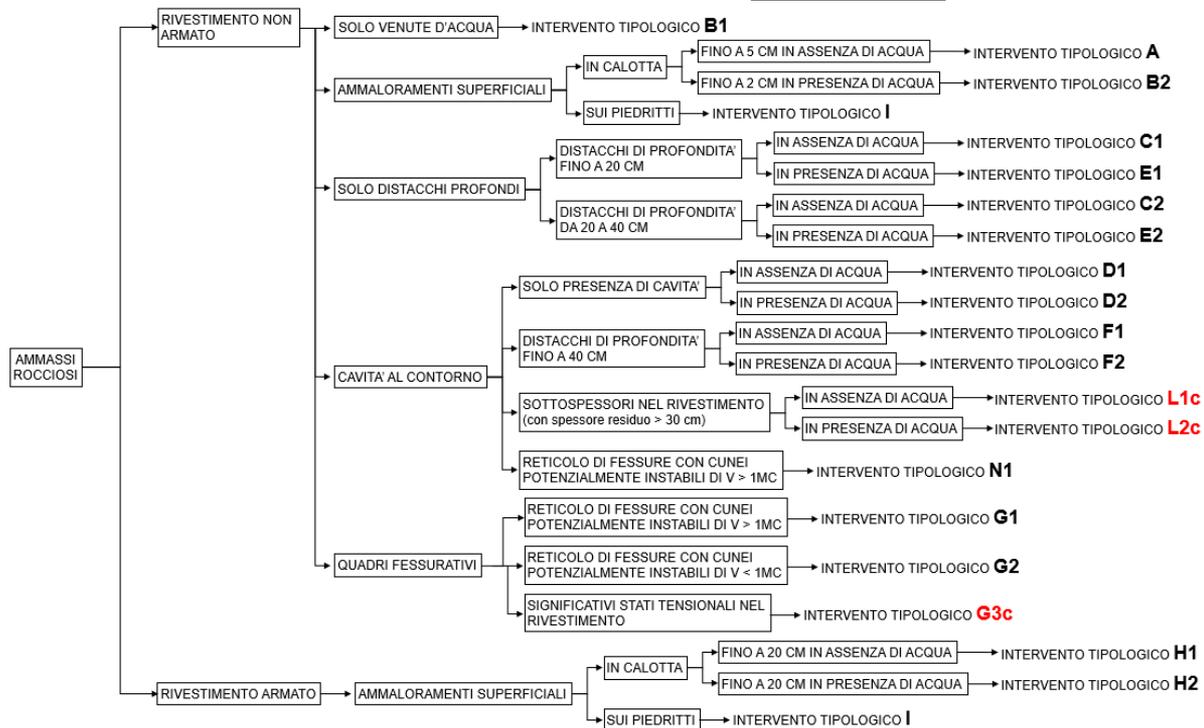
CLASSIFICAZIONE IQOA Fessure / alterazioni	
1	in buono stato apparente
2	difetti superficiali
2E	difetti superficiali con evoluzione
3	degrado profondo che necessita intervento
3U	degrado profondo che necessita intervento urgente
S	sicurezza per gli utenti

CLASSIFICAZIONE Venute d'acqua	
1	nessun problema, solo macchie d'umidità
2	presenza d'acqua importante, possibile evoluzione dei degni a lungo termine
2E	presenza d'acqua importante, possibile rischio per l'opera, rafforzare sorveglianza e adottare provvedimenti
S	sicurezza per gli utenti

# Circolare MIT2020 – Manuale Ispezione Gallerie e Nuovo Catalogo Difetti

Sono stati definiti una ampia serie di tipologici (MES) per una risposta immediata, con vita nominale molto ridotta, con necessità di periodica rivalutazione degli interventi

## DIAGRAMMA DI FLUSSO PER LA SCELTA DELL'INTERVENTO TIPOLOGICO IN AMMASSI ROCCIOSI



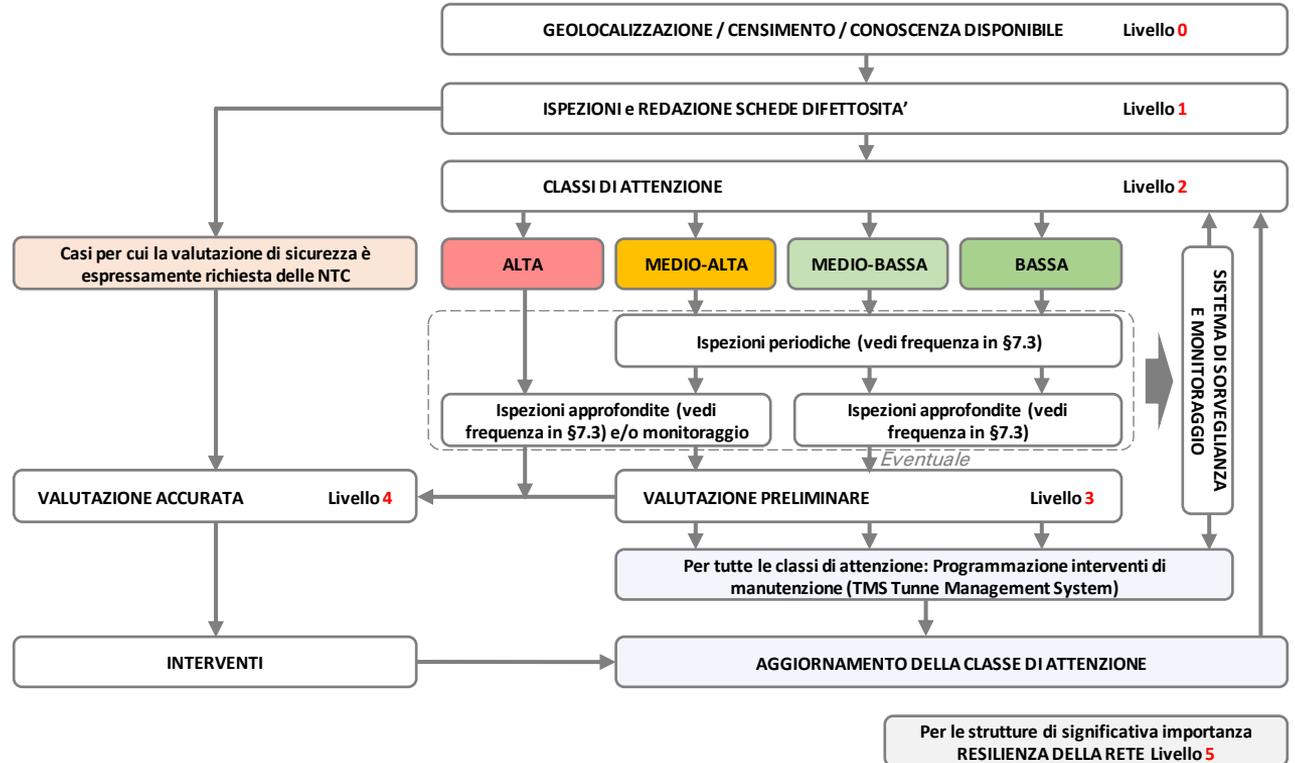
# LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DELLE GALLERIE ESISTENTI (LLG Gallerie), Agosto 2022

Le Linee guida introducono una classificazione **risk based** delle gallerie, mediante la classe di attenzione, calcolata con un **approccio generale multilivello** da cui deriva l'esigenza di una valutazione della sicurezza, sia essa limitata ai possibili dissesti di carattere locale o riferita al comportamento globale dell'opera, cui dovrà seguire la programmazione degli interventi e dei piani di sorveglianza che si riconoscessero necessari.

**CLASSE DI ATTENZIONE ALTA**  
 Ispezioni approfondite e/o sistemi di monitoraggio  
 Valutazione approfondita di Livello 4

**CLASSE DI ATTENZIONE MEDIO-ALTA**  
 Ispezioni approfondite e/o sistemi di monitoraggio  
 Valutazione preliminare di Livello 3 e nel caso approfondita di Livello 4

**CLASSE DI ATTENZIONE BASSA & MEDIO-BASSA**  
 Ispezioni periodiche  
 Ispezioni approfondite a intervalli regolari



# Livello 0

## Censimento delle opere e livello di conoscenza

Il **Livello 0** prevede il **censimento di tutte le opere e delle loro caratteristiche principali** nonché la raccolta della documentazione disponibile. Le schede di livello 0 prevedono il censimento di oltre 600 dati di input afferenti alla galleria tra cui:

- Caratteristiche geometriche dell'opera (sezione, diametro, materiale);
- Infrastrutture di sicurezza in galleria (n° bypass, n° piazzole, numero porte, resistenza REI);
- Installazioni sospese e impianti in galleria (illuminazione, ventilazione, rilevatori d'incendio);
- Interventi strutturali eseguiti;
- Documentazione disponibile.

Le schede di Livello 0 **possono essere**, così come previsto dalle LG, **progressivamente aggiornate al fine di aumentare il grado di conoscenza** dell'opera e devono essere **sottoscritte** dalla figura del **Responsabile della Galleria**.

LIVELLO 0 Scheda di censimento – conoscenza galleria			
LIVELLO 0 Scheda di censimento galleria – Parte 1 Dati di inquadramento dell'opera ed informazioni necessarie alla definizione delle classi di attenzione			
Scheda fornita n. _____ <input type="radio"/> Unidirezionale (direzione: _____) <input type="radio"/> Bidirezionale			
Codice IOP _____	Nome Galleria/paramassi/sottopasso _____		
Strada di appartenenza: _____	Progressiva km iniziale: _____	Progressiva km finale: _____	
<b>Localizzazione</b>			
Provincia/Regione: _____	<b>Coordinate Geografiche</b> <input type="radio"/> ETRF2000 <input type="radio"/> WGS84	Iniziale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Comune: _____		Finale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Località: _____			
<b>Informazioni generali</b>			
Proprietario _____	<b>Anno di costruzione/ristrutturazione</b> <input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto	<b>Ultimazione costruzione (infelece)</b> <input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto	<b>Eventuale ultimo intervento di manutenzione significativo*</b> <input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto
Concessionario _____			
Ente vigilante _____			
* Occorre valutare la tipologia dell'intervento e la sua efficacia nel riparare i difetti e i danneggiamenti conseguenti ai fenomeni di degrado. Questo influirà sulla definizione delle classi di attenzione dell'opera secondo quanto riportato al Pt. delle Linee Guida.			

Dati di progetto			
Progettista _____	_____	<b>Anno di progettazione</b>	<b>Data inizio</b> _____ <b>Data fine</b> _____ <b>Data approvazione</b> _____
Norma di progetto _____	Anno di approvazione _____		<input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto
Ente approvatore _____			<input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto
			<input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto
<b>Tipologia di opera e classificazione d'uso stradale</b>			
<b>Tipologia di opera*</b>			
<input type="radio"/> Galleria	<input type="radio"/> Paramassi	<input type="radio"/> Sottopasso	
* Secondo definizione di cui al Glossario.			
<b>Classificazione d'uso stradale</b>			
<input type="radio"/> Autostrada extraurbana	<input type="radio"/> Autostrada urbana	<input type="radio"/> Strada extraurbana principale	
<input type="radio"/> Strada extraurbana secondaria	<input type="radio"/> Strada urbana di scorrimento	<input type="radio"/> Strada urbana di quartiere	
<input type="radio"/> Strada locale extraurbana	<input type="radio"/> Strada locale urbana		
Vmax [km/h] _____			
CCR (Curvature Change Rate) [deg/km] _____			
<b>Aspetti geologici e idrogeologici</b>			
<b>Posizione morfologica</b>			
<input type="radio"/> Galleria di base	<input type="radio"/> Galleria di base profonda (> 500 m)		
<input type="radio"/> Galleria parietale	<input type="radio"/> Galleria parietale - pendio ripido (> 25°)		
<input type="radio"/> Galleria di valico	<input type="radio"/> Galleria superficiale in zona urbana		
<input type="radio"/> Galleria artificiale pianura	<input type="radio"/> Galleria artificiale pendio		

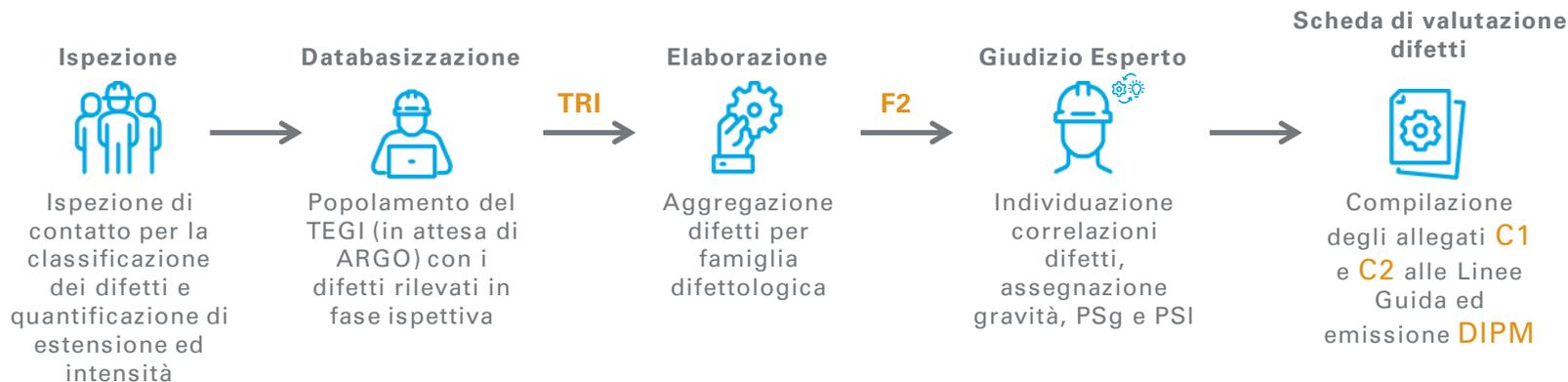
<input type="radio"/> Sottopasso pianura	<input type="radio"/> Sottopasso pendio	
Copertura massima [m] _____		
da PK _____	a PK _____	Copertura [m] _____
<b>Ambiente geologico</b>		
<input type="radio"/> Montano	<input type="radio"/> Collinare	
<input type="radio"/> Piano intramontana	<input type="radio"/> Piano costiera	
<input type="radio"/> Piano fluviale e lacustre	<input type="radio"/> Area vulcanica	
<b>Dati disponibili</b>		
Profilo geologico di progetto _____		<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO
<b>Condizioni di pericolosità geologica</b>		
Accelerazione attesa al bedrock _____		
Presenza di faglie casaci <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Distanza in km _____	
Presenza di instabilità di versante <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Descrizione _____	
Presenza di rocce ammassive <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Progressive _____	
<b>Condizioni idrogeologiche</b>		
<input type="radio"/> Falda assente	<input type="radio"/> Falda presente	

# Livello 1

## Ispezioni iniziali e scheda di difettosità

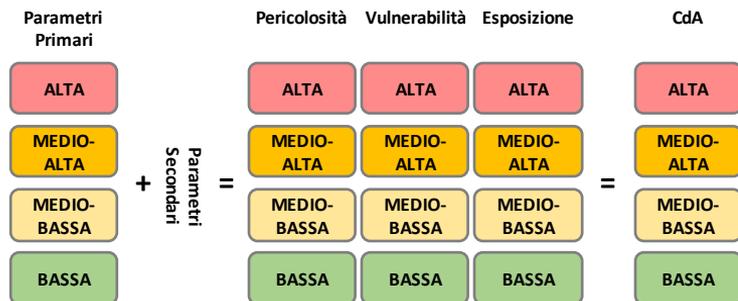
Il **Livello 1** prevede l'**esecuzione di ispezioni dell'opera**, rivestimento ed altri elementi di rilevanza strutturale e non strutturale, e delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche ed idrauliche dell'area, **tese ad individuare lo stato di conservazione dell'opera**, nonché potenziali condizioni di rischio associate all'interazione con le formazioni naturali che ospitano la galleria.

- Redazione di schede per conci omogenei di c.a. 20 m;
- Mappatura geometrica dei difetti, secondo una maglia quadrata dell'ordine del metro con adozione di un archivio informatizzato al fine di riferire le varie informazioni progressivamente acquisite nel tempo;
- Necessità di schematizzare ogni difetto tramite disegno rappresentativo eseguito in situ;
- Introduzione dei parametri di **Estensione** (k1) e **Intensità** (k2) per la descrizione del difetto;
- Attribuzione della **Gravità** della famiglia difettologica sulla base di un giudizio esperto con il coordinamento del Responsabile della Galleria



# Livello 2

Analisi dei rischi rilevanti e classificazione su scala territoriale



«Nel determinare, per ogni galleria, una classe Classe di Attenzione (CdA), funzione di fattori di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione, e classificata in Alta, Medio-Alta, Medio-Bassa e Bassa, essa viene riferita alla tratta nelle peggiori condizioni e qualificata secondo le specifiche tipologie di potenziale pericolo».

La CdA della galleria è derivata da quella del concio di classe più alta.

## ALLEGATO 2 - CLASSE DI ATTENZIONE ED INDICE DI DIFFUSIONE

IN ACCORDO ALLE LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DELLE GALLERIE ESISTENTI

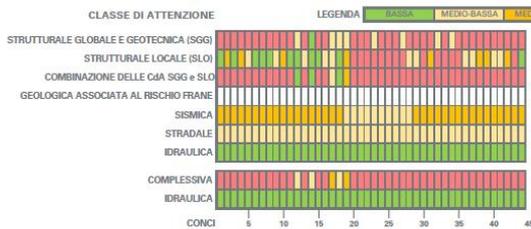


**DATI ANAGRAFICI**

Nome galleria	OLIMPIA SUD
Direzione	Genova
Canna	SX
Tratta	A26
Tronco	DT01
Stone	26.01.0028.0.8
Lunghezza	870 m
Numero conchi	CI 44
Progressiva di riferimento	pk. 74+873

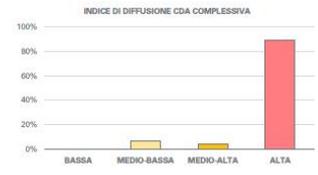
**DATI ISPEZIONE**

Tipo ispezione	Approfondita (Assessment)
Data ispezione	05/08/2021 - Pre interventi



**INDICE DI DIFFUSIONE**

CLASSE DI ATTENZIONE	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIO-ALTA	ALTA
STRUTTURALE GLOBALE E GEOTECNICA (SGG)	2%	18%	0%	80%
STRUTTURALE LOCALE (SLO)	25%	25%	18%	32%
COMBINAZIONE DELLE CdA SGG e SLO	7%	2%	2%	89%
GEOLOGICA ASSOCIATA AL RISCHIO FRANE	0%	0%	0%	0%
SISMICA	0%	23%	77%	0%
STRADALE	0%	100%	0%	0%
IDRAULICA	100%	0%	0%	0%
COMPLESSIVA	0%	7%	5%	88%
IDRAULICA	100%	0%	0%	0%



# Livello 3-4

## Valutazione della sicurezza e pianificazione interventi

Attivazione valutazioni di sicurezza **preliminare** e **approfondita** in funzione del livello di CdA attribuito alla galleria in L2

### **CdA Medio-Alta -> Val.3 (Preliminare)**

- 1) Approfondimento conoscenze Livelli 0, 1, 2 2a) se **elementi di criticità confermati** → Val4
- 2b) Se elementi di **criticità risolti** → Rev. CdA

### **CdA Alta -> Val.4 (Approfondita)**

- 1) Analisi di **vulnerabilità** dell'esistente e **progettazione interventi** di mitigazione rischio associato a criticità confermate.

Ai fini delle attivazioni delle verifiche di sicurezza, **TECNE/ASPI**, con la revisione scientifica ed asseverazione del Politecnico di Torino, ha **sviluppato una metodologia** originale, denominata "**Approccio Storico Equi-prestazionale ASE**", che si adatta efficacemente alla **ricostruzione** delle ipotesi e **degli schemi di carico** per le gallerie della rete, la maggioranza, costruite tra gli anni '50 e '70, **per le quali non sono disponibili progetti dettagliati** dell'epoca **né tantomeno calcolazioni analitiche**.

L'approccio consente una valutazione della sicurezza strutturale ed è applicato per le verifiche di sicurezza preliminari (Val.3) ed ulteriormente sviluppato mediante analisi di vulnerabilità del rivestimento esistente in condizione statica e sismica nelle verifiche approfondite (Val.4), anche ricorrendo a specifici approfondimenti di indagine strutturale e geognostica.

L'approfondimento in termini di indagine e interventi potrà essere esteso anche ad altre parti d'opera della galleria - impianto di drenaggio, pavimentazione - e/o al contesto geologico in caso di criticità emerse nei livelli di analisi preliminari.

**L'esito delle valutazioni di sicurezza** porterà alla **definizione di una strategia di gestione del rischio** che potrà contemplare l'esecuzione di interventi di rinforzo o rinnovo strutturale o l'implementazione di un piano di monitoraggio finalizzato al controllo delle componenti critiche (rivestimenti, movimenti franosi, ecc.).

# Responsabile Galleria e Giudizio Esperto

Compiti e responsabilità

## Responsabile Gallerie

**Cura** per ogni galleria **il programma delle attività** in attuazione a tutte le fasi previste dalle LG.

**Predisporre** inoltre **il programma** delle attività **ispettive ordinarie** da riportare in apposito «Documento integrativo del piano di manutenzione», **valuta gli esiti** delle ispezioni **per indirizzare** l'esecuzione di **eventuali indagini**, da realizzarsi nell'ambito delle ispezioni approfondite. Seleziona gli obiettivi e i programmi di monitoraggio e le conseguenti verifiche di sicurezza dell'opera.

**Sottoscrive le schede di livello 0** e le ispezioni iniziali e **coordina il giudizio esperto ai fini della determinazione della gravità dei difetti**.

In esito delle valutazioni della sicurezza, **valuta la necessità di dare corso alla adozione di interventi integrativi**, compresa l'adozione di **misure restrittive della circolazione** e predisporre il piano dei monitoraggi e degli interventi.

Cura la relazione di esito delle ispezioni approfondite che deve concludersi con una valutazione sullo stato di conservazione dell'opera e sulle tendenze evolutive dei fenomeni di degrado rilevati. **Aggiorna il Fascicolo della galleria** (AINOP).

## Giudizio Esperto

**Svilupa le valutazioni** circa lo **stato delle conoscenze** e gli esiti di ispezioni e di indagini, con il coordinamento del Responsabile della galleria.

Cura la classificazione delle gallerie su scala territoriale attraverso la stima, semplificata e speditiva, dei fattori di "rischio" associati, fino alla definizione del livello di difettosità.

Esprime valutazioni circa il grado delle conoscenze confluite nelle schede di livello 0 e **contribuisce alla valutazione per l'individuazione delle classi di attenzione** ed i successivi livelli di indagine e di verifica delle opere

**Qualifica della gravità** dei difetti con il coordinamento del Responsabile della galleria.

# LLG Gallerie – Catalogo difetti

Il catalogo difetti delle LLG, mutuato sul catalogo MIMS2020, oltre ai **difetti strutturali** già presenti introduce anche i **difetti della piattaforma stradale** e degli **elementi non strutturali e impianti**.

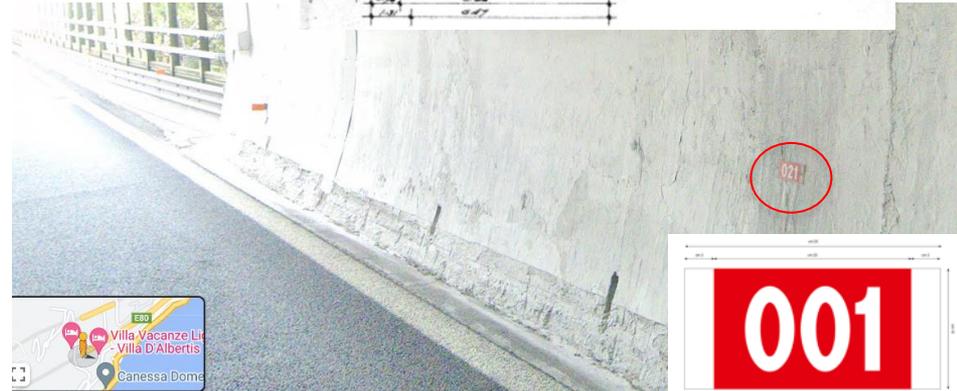
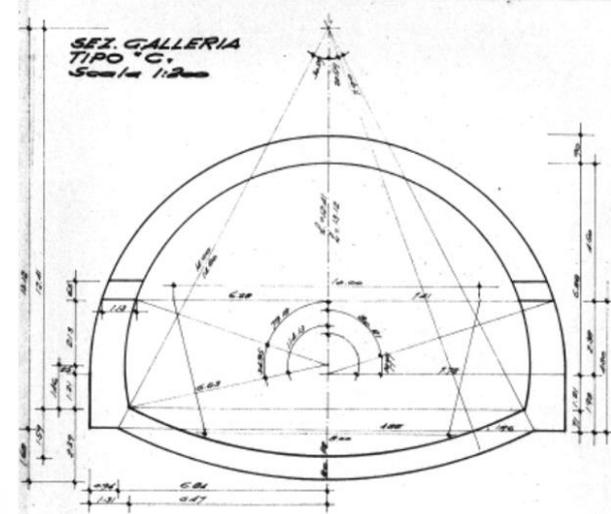
Ad ogni difetto viene associato un parametro per l'**estensione** ( $k_1=0.2, 0.5, 1$ ), per l'**intensità** ( $k_2=0.2, 0.5, 1$ ) e per la gravità ( $G=1..4$ ) attribuita da soggetto che esprime **Giudizio Esperto**

Codice difetto	DESCRIZIONE
<b>Difetti relativi alla struttura</b>	
<b>Difetti dovuti dalla presenza dell'acqua</b>	
1.1	Stillicidi
1.2	Venute d'acqua
1.3	Concrezioni - depositi - incrostazioni
1.4	Effetti del gelo - tracce di sali
1.5	Efflorescenze su malta o calcestruzzo
<b>Difetti causati dal terreno circostante</b>	
1.6	Vuoti e cavità
1.7	Deterioramento dei portali di imbocco
1.8	Instabilità dei pendii
<b>Deterioramenti nelle sezioni non rivestite</b>	
1.9	Distacco di blocchi da roccia alterata
1.10	Distacco di porzioni da roccia stratificata
<b>Difetti dei materiali di rivestimento (pietra o muratura)</b>	
1.11	Deterioramento superficiale a nido d'ape
1.12	Desquamazione
1.13	Esfoliazione
1.14	Distaccamenti dovuti a carichi di compressione
1.15	Deterioramento dei letti di malta
<b>Difetti dei materiali di rivestimento (calcestruzzo)</b>	
1.16	Scheggiatura - distacchi
1.17	Rigonfiamenti
1.18	Lesioni e distacchi per carichi di compressione
1.19	Lesioni e distacchi per corrosione delle armature
1.20	Deterioramento del calcestruzzo proiettato
<b>Difetti del sistema di impermeabilizzazione, drenaggio e raccolta acque superficiali</b>	
2.1	Insufficienza del sistema di smaltimento delle acque
2.2	Danneggiamento, ammaloramento o insufficienza del sistema di drenaggio in intradosso
2.3	Deterioramento del sistema di drenaggio e raccolta delle acque a tergo del rivestimento di calotta
2.4	Deterioramento del sistema di raccolta delle acque della piattaforma autostradale
2.5	Deterioramento delle membrane impermeabilizzanti all'estradosso del rivestimento definitivo
2.6	Deterioramento degli schermi di protezione (onduline)
2.7	Rigonfiamento della membrana impermeabile all'intradosso
2.8	Deterioramento dei rivestimenti in malta all'intradosso
2.9	Deterioramento dei pannelli isolanti impermeabili
2.10	Deterioramento dei waterstop costituiti da cordoli idroespansivi

<b>Difetti relativi agli elementi strutturali e alla geometria della galleria - fessure</b>	
3.1	Presenza di fessurazioni longitudinali lungo il rivestimento
3.2	Fessure diagonali
3.3	Fessure verticali
3.4	Fessure da ritiro
3.5	Fessure curvilinee
<b>Difetti relativi agli elementi strutturali e alla geometria della galleria - deformazioni</b>	
3.6	Abbassamento in chiave deformazione simmetrica deformazione asimmetrica
3.7	Imbozzamento localizzato
3.8	Disassamento dei conci murari
3.9	Deterioramento dell'arco rovescio
3.10	Rottura dell'arco (reni, calotta)
<b>Difetti relativi agli elementi strutturali e alla geometria della galleria - difetti costruttivi</b>	
3.11	Scavo localizzato per cariche esplosive instabile
3.12	Presenza di vuoti in prossimità dell'intradosso del rivestimento
3.13	Sgretolamenti - vespai
3.14	Deterioramento dei giunti in calcestruzzo
3.15	Difetti della superficie nel calcestruzzo
<b>Difetti associati al fuoco</b>	
3.16	Danneggiamenti dovuti ad incendio
<b>Difetti associati alla scarsa manutenzione</b>	
3.17	Scarsa manutenzione, ripristini ammalorati, canalette ammalorate o inefficienti
<b>Difetti relativi alla piattaforma stradale/autostradale</b>	
4.1	Ormale
4.2	Ondulazioni trasversali
4.3	Avvallamenti di vaste superfici
4.4	Depressioni localizzate
4.5	Fessurazioni longitudinali
4.6	Fessurazioni ramificate
4.7	Presenza di buche
4.8	Risalta sul piano viabile di materiale
4.9	Dissesti ai giunti delle sovrastrutture in calcestruzzo
4.10	Dissesti della lastra in calcestruzzo
4.11	Riduzione dell'aderenza
4.12	Dissesti della banchina dx
4.13	Dissesti della banchina sx
4.14	Dissesti del marciapiede dx
4.15	Dissesti del marciapiede sx
4.16	Disallineamento segnaletica orizzontale
4.17	Disallineamento segnaletica verticale
<b>Difetti relativi agli elementi non strutturali e impianti</b>	
5.1	Deterioramento di lastre e tamponature
5.2	Instabilità del sistema di ancoraggio/supporto

# LLG Gallerie – Ispezione Iniziale e Approfondita

- Fase preliminare
  - Recupero ed analisi critica di tutto il materiale esistente relativo alla galleria: as-built, documenti di contabilità, interventi di manutenzione, report dell'attività di sorveglianza trimestrale/annuale...
  - Suddivisione della galleria in «conci ispettivi» di 20m, segnati con targhetta apposta sul piedritto
  - Eventuale lavaggio con acqua ad alta pressione della volta



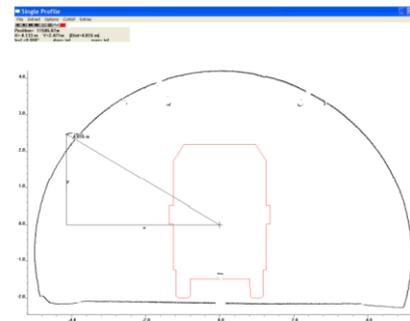
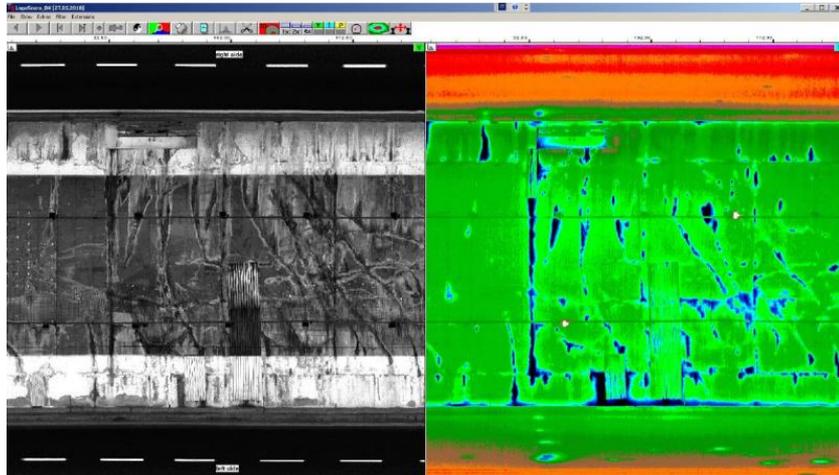
# LLG Gallerie – Ispezione Iniziale e Approfondita

- **Indagini massive sui rivestimenti**
  - Recupero carote sui rivestimenti definitivi, 3 ogni 50m, e schiacciamento di provini per valutazione resistenza cls



# LLG Gallerie – Ispezione Iniziale e Approfondita

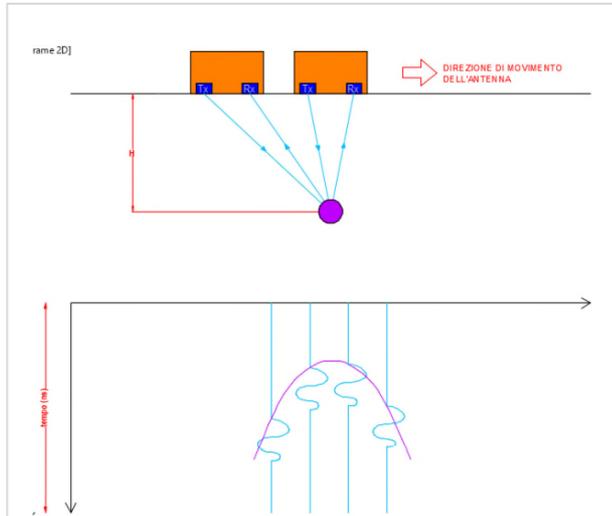
- **Indagini massive – Laserscanner e termografia**
  - Laser scanner con termografia, con individuazione preliminare dei difetti superficiali



# LLG Gallerie – Ispezione Iniziale e Approfondita

- **Indagini massive - Georadar**

- Georadar (GPR), con individuazione anomalie a tergo dei rivestimenti (vuoti, sottospessori, presenza di acqua..)
- 3 o 5 strisciate longitudinali, strisciate trasversali in fase di approfondimento



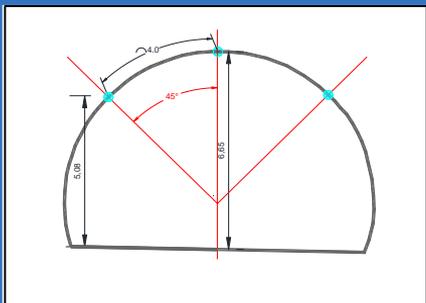
# LLG Gallerie – Ispezione Iniziale e Approfondita

- **Indagini massive - Georadar**

- Georadar (GPR), con individuazione anomalie a tergo dei rivestimenti (vuoti, sottospessori, presenza di acqua..)
- 3 o 5 strisciate longitudinali, strisciate trasversali in fase di approfondimento

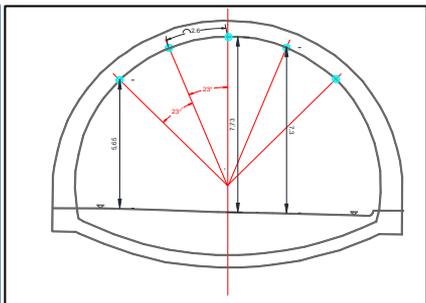
## Criteria di Rilevazione in sito

Gallerie a  
2 corsie  
3 profili



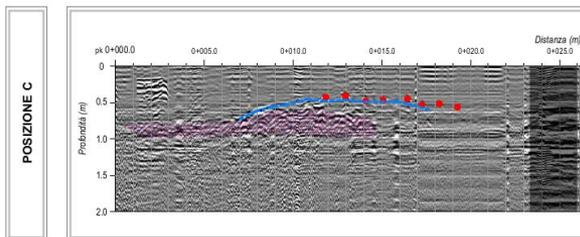
Si prevedono **n. 3 profili longitudinali** (cerchio azzurro) con antenna a doppia frequenza 400-900MHz (200-600MHz opzionale in caso di forte presenza di acqua).

Gallerie a  
3 corsie  
5 profili

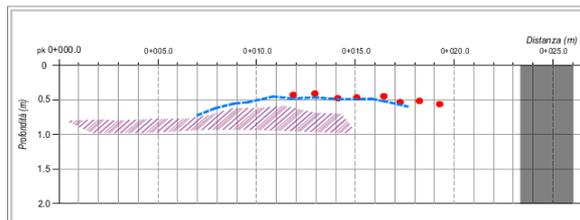


Si prevedono **n.5 profili longitudinali** (cerchio azzurro) con antenna a doppia frequenza 400-900MHz (200-600MHz opzionale in caso di forte presenza di acqua).

## Elaborazione dei dati Rilevati



## Interpretazione dei Dati Rilevati

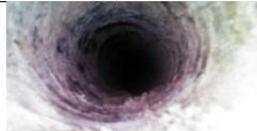
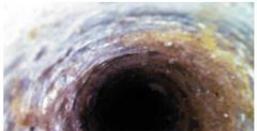


# LLG Gallerie – Ispezione Iniziale e Approfondita

- Indagini strumentali puntuali

- Videoendoscopie per taratura georadar
- Videoendoscopie per indagare anomalie, vuoti, sottospessori
- Pacometrie
- Tomografie
- Martinetti piatti
- Door stopper
- Carotaggi passanti



autostrade per l'Italia		INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA		TECNE CONTROLLI	
Data rilievo	12/11/2020	Nome Galleria	Voltri	POSIZIONE	CODICE PROVA
Tecnico operatore	Campanella	Direzione	Genova	RD PK 0+3	VE111
Autostrada	A10	n. corsie	2		
cm	DESCRIZIONE	INFORMAZIONI GENERALI			
0		Profondità perforazione (cm)	115		
		Spessore rivestimento (cm)	90		
5		Presenza acqua	NO		
		Fuoriuscita acqua	NO		
10		Durata uscita acqua (min)	-		
15		DESCRIZIONE			
20		La videooscopia ha indentificato rivestimento in calcestruzzo fino a 90 cm e, successivamente, di roccia fino a fine perforazione (115 cm).			
25		Immagine a profondità 55cm			
30					
35		Immagine a profondità circa 95cm			
40					
45			rivestimento		
50					
55					
60					
65					
70					
75					
80					
85					
90					
95					
100					
105					
110			roccia/fine perforazione		
115					
120					
125					

# LLG Gallerie – Ispezione Iniziale e Approfondita

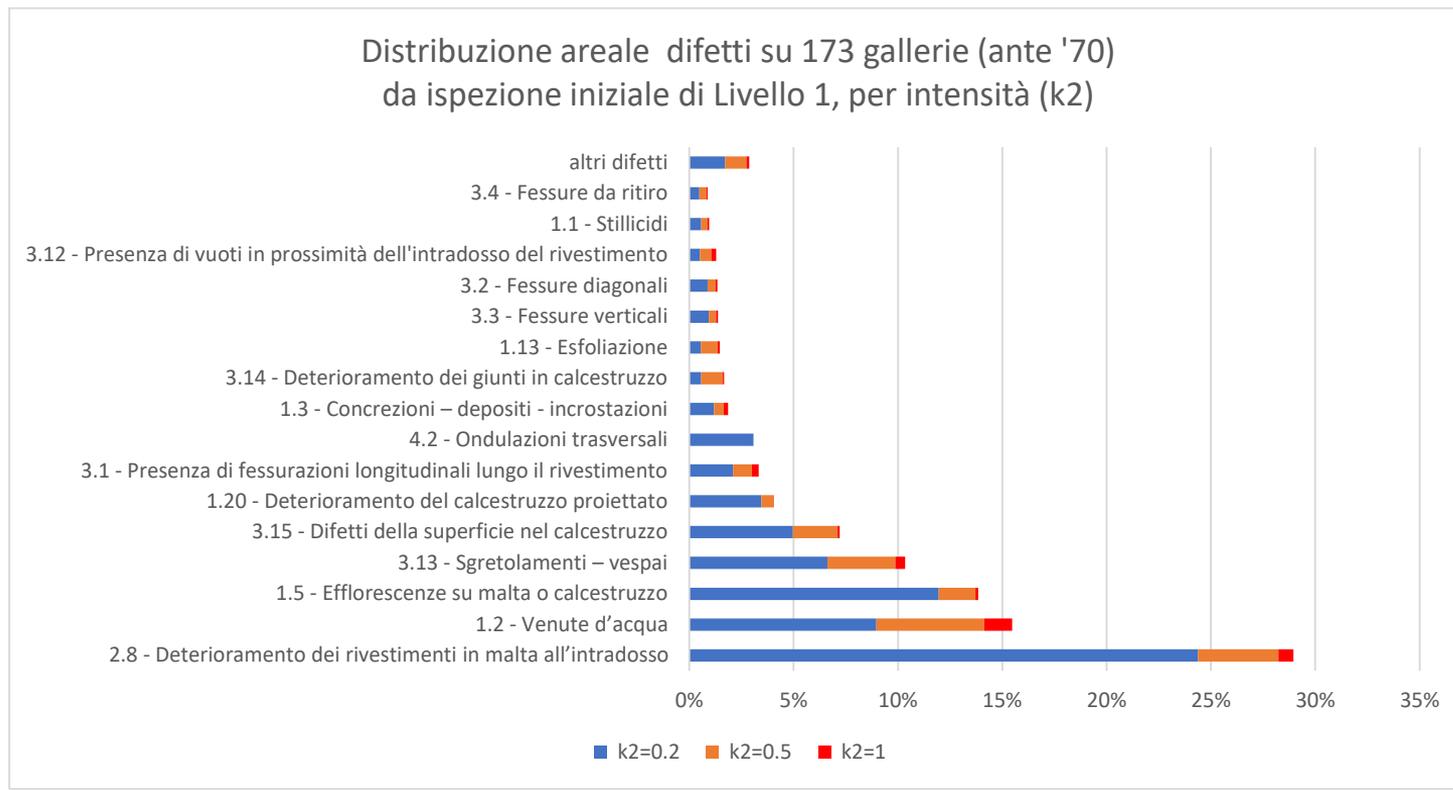
- **Ispezione approfondita a contatto**
  - Smontaggio onduline o pannellature in genere
  - Battitura con martellina
  - Classificazione difetti in base al Catalogo Difetti, e attribuzione parametri di estensione, intensità



# LLG Gallerie – Primi risultati per le gallerie ante 1970

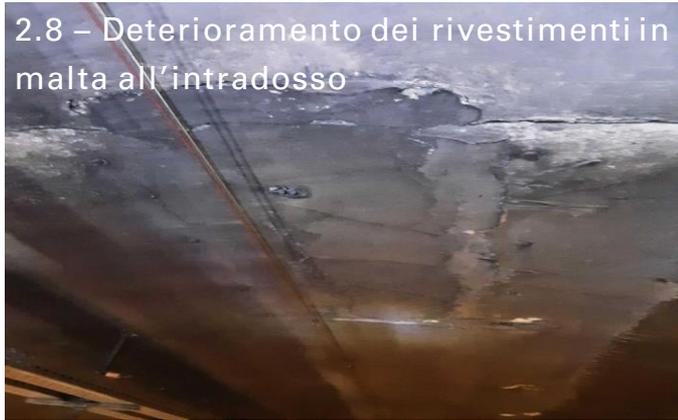
## Difetti Ispezione Iniziale

A Febbraio 2023 sono state elaborate le schede di censimento dei difetti derivanti dalla **ispezione iniziale di Livello 1**, sulle **173 gallerie** della rete **entrate in esercizio prima del 1970**. I difetti sono stati rilevati su piattaforma informatica TEGI (per proseguire poi con piattaforma ARGO).



# LLG Gallerie – Principali difetti dei rivestimenti in calcestruzzo

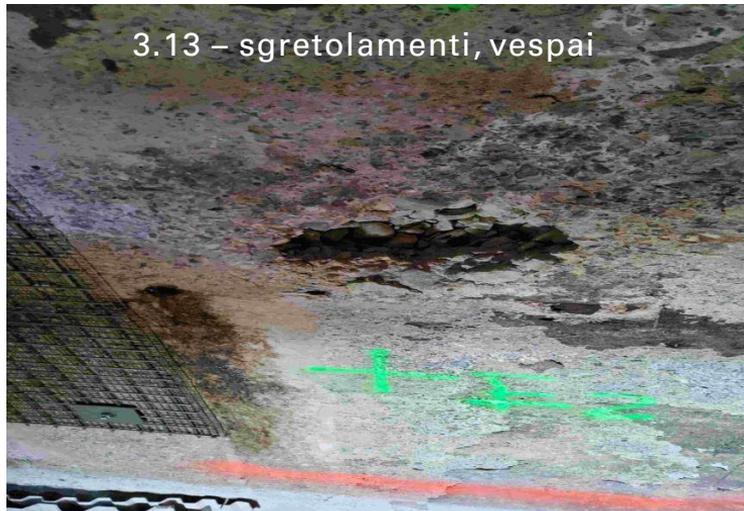
2.8 – Deterioramento dei rivestimenti in malta all'intradosso



1.2 – Venute d'acqua



3.13 – sgretolamenti, vespai



1.5 – Efflorescenze su malta o su calcestruzzo



# LLG Gallerie – Principali difetti dei rivestimenti in calcestruzzo

3.15 – Difetti della superficie del calcestruzzo



1.20 Deterioramento del calcestruzzo proiettato



3.14 – Deterioramento dei giunti in calcestruzzo

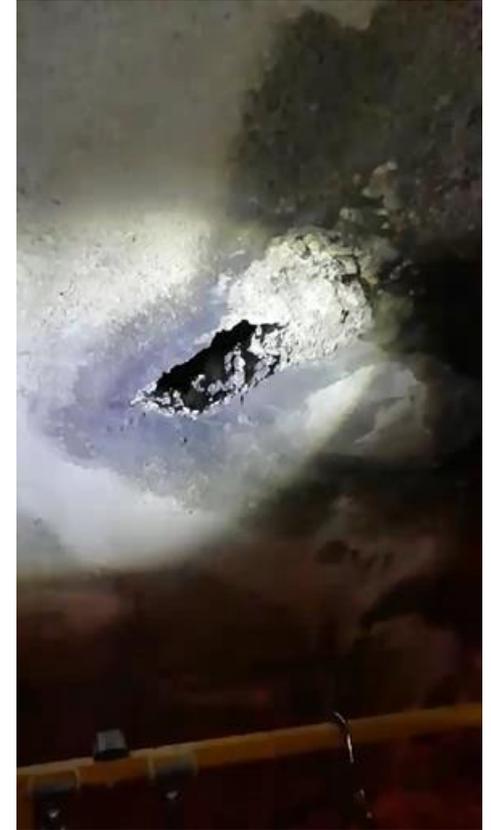


3.1 – Presenza di fessurazioni longitudinali lungo il rivestimento



# LLG Gallerie – Principali difetti dei rivestimenti in calcestruzzo

Sottospessori e vuoti a tergo dei rivestimenti, cavità, ammanchi



# LLG Gallerie – Principali difetti dei rivestimenti in muratura

Giunti di malta



Muratura mancante



Difettosità legate all'acqua

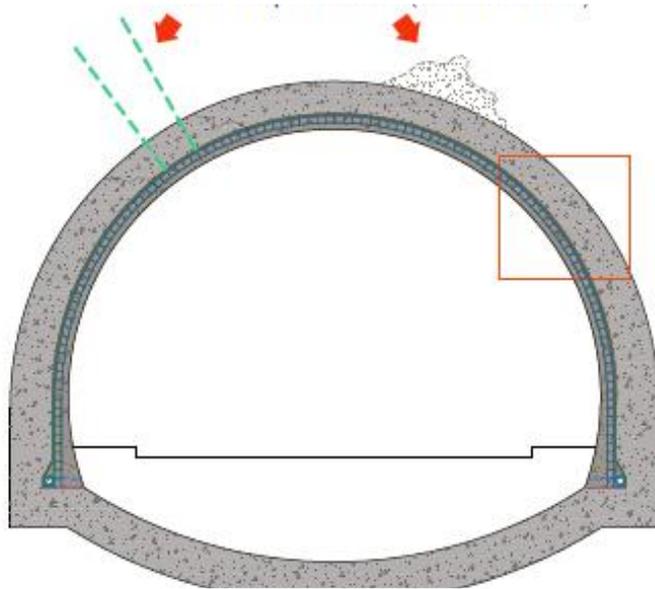


Fessure



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati



## CONCEPT

- MINIMIZZAZIONE SPESSORE DEMOLIZIONE
- MINIMIZZAZIONE INTERVENTI PRESIDIO TEMPORANEO (AMMASSO / RIVESTIMENTO ORIGINARIO RESIDUALE)
- IMPERMEABILIZZAZIONE GALLERIA
- MASSIMIZZAZIONE PRESTAZIONE STATICA NUOVO RIVESTIMENTO DEFINITIVO
- DEFUNZIONALIZZAZIONE STATICA RIVESTIMENTO DEFINITIVO ORIGINARIO

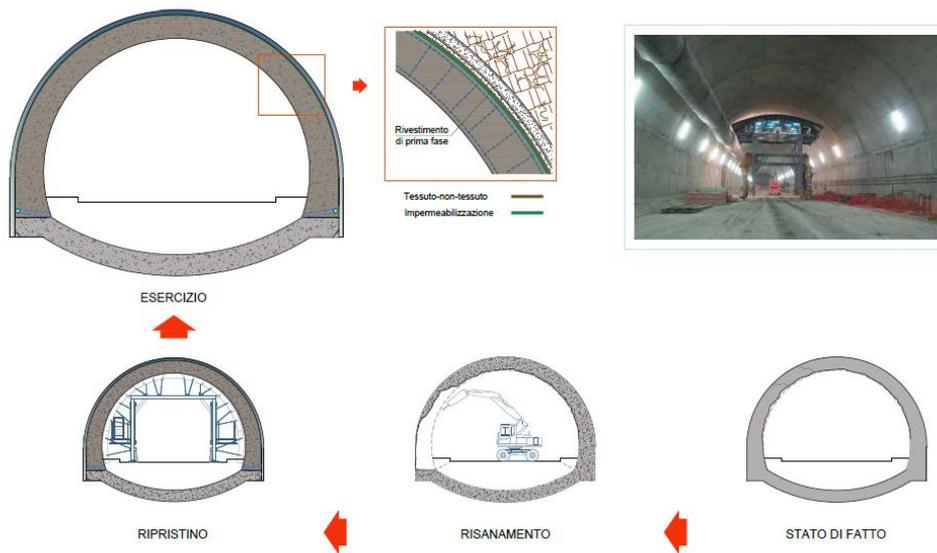
# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE A** - Demolizione completa rivestimento esistente e getto in opera (con event. interventi preventivi di consolidamento)

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavita', Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.) E/O Consolidamenti
- Demolizione Completa Del Rivestimento Definitivo E Dell'eventuale Sostegno Di Prima Fase
- Collocazione Nuovo Sostegno Di Prima Fase (Centine, CIs Proiettato, Bullonature, Ecc.)
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate
- Eventuale Posa In Opera Armatura
- Getto In Opera Nuovo Rivestimento Definitivo



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

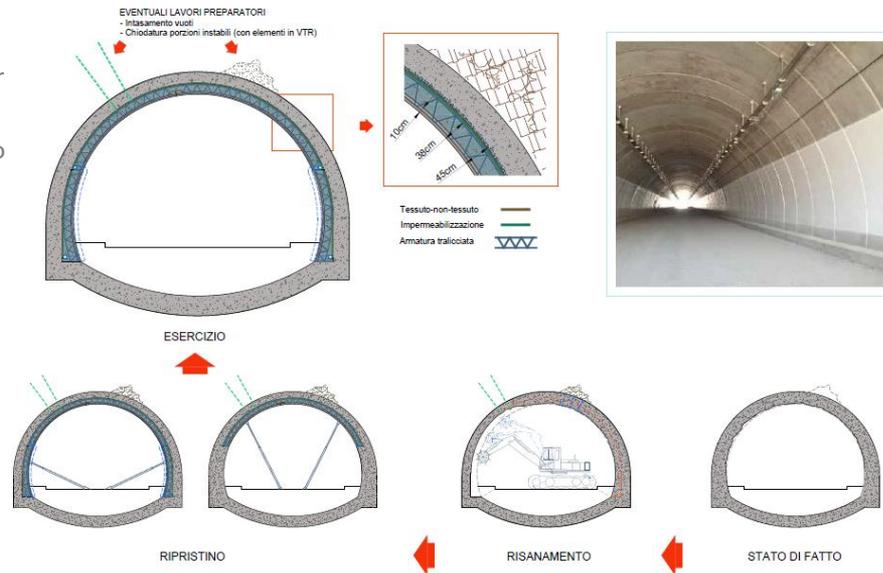
Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

Colle Marino sx (A14)

**SOLUZIONE B** – Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavità, Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.)
- Fresatura/Scarifica Di Precisione Spessori 40-45cm Con Scudo Protettivo A Seguire La Zona Di Lavoro
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate- Area Di Calotta
- Posa In Opera Predalles Di Calotta E Puntellatura
- Getto Rivestimento Di Calotta Per Fasi
- Demolizione Piedritti Per Campioni Su Lati Sfalsati
- Impermeabilizzazione Piedritti
- Posa In Opera Predalles Di Piedritto E Puntellatura
- Getto Rivestimento Piedritti

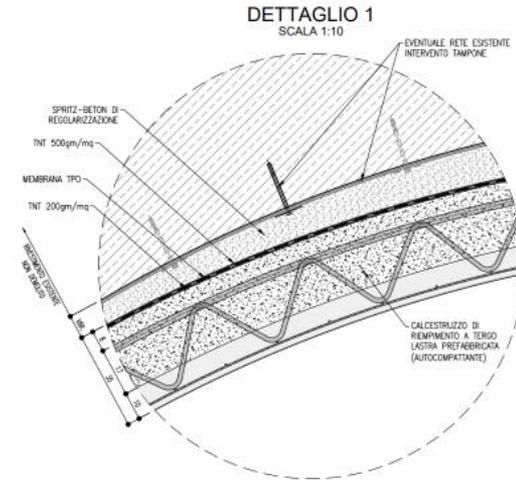
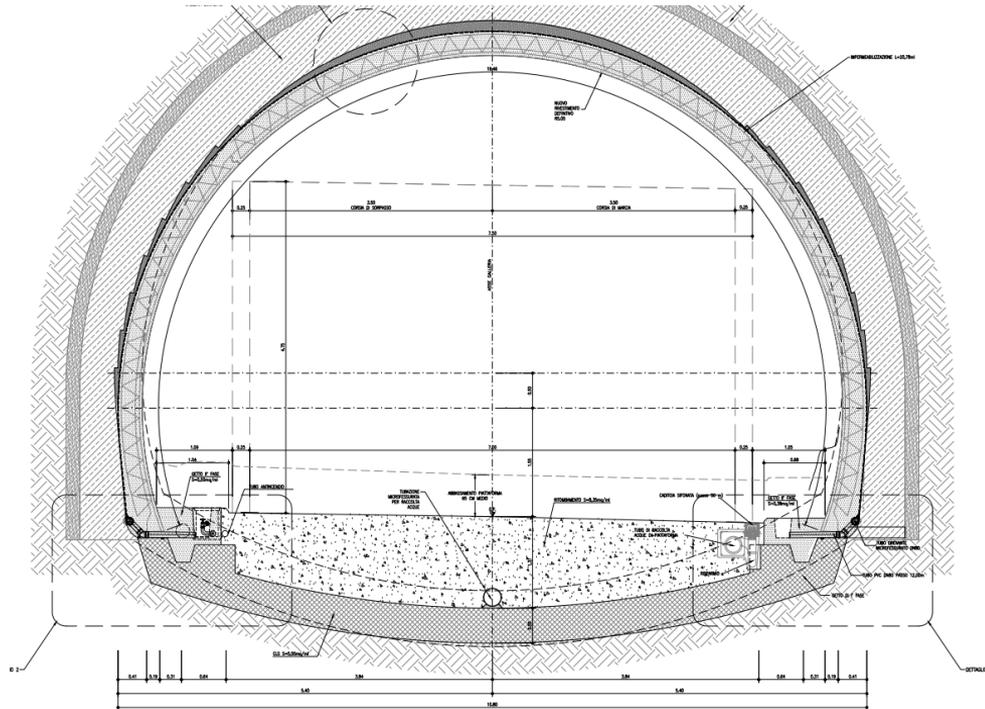


# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Colle Marino sx (A14)**

**SOLUZIONE B** – Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera



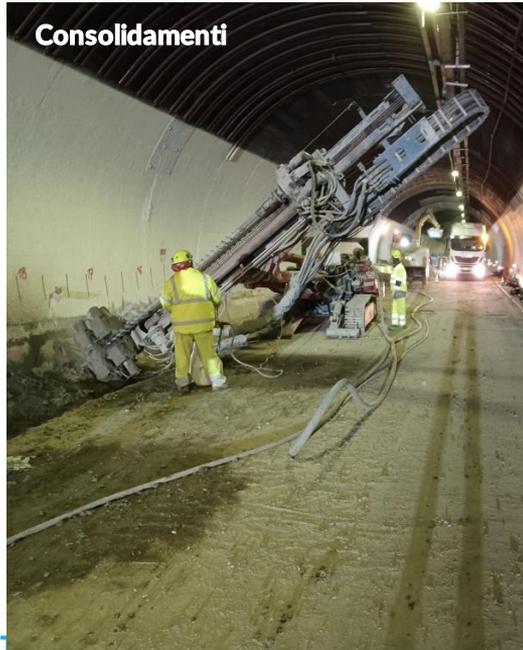
Abbassamento livelletta stradale per non fresare in calotta

# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Colle Marino sx (A14)**

**SOLUZIONE B** – Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Colle Marino sx (A14)**

**SOLUZIONE B** – Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera

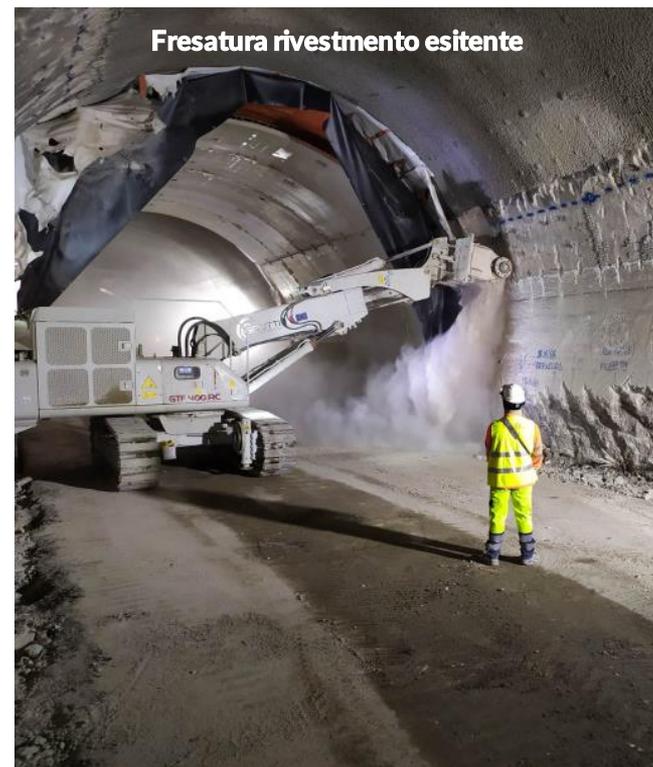


# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Colle Marino sx (A14)**

**SOLUZIONE B** – Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

Colle Marino sx (A14)

**SOLUZIONE B** – Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Colle Marino sx (A14)**

**SOLUZIONE B** – Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

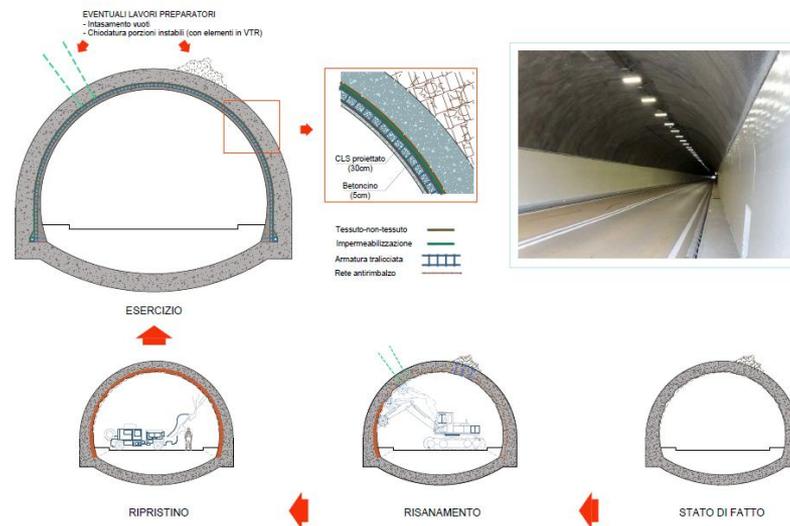
Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

Manfreida sx (A26)

**SOLUZIONE C1** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento in cls proiettato alte prestazioni

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavita', Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.)
- Fresatura/Scarifica Di Precisione Spessori 35-40cm Con Scudo Protettivo A Seguire La Zona Di Lavoro
- Fresatura Canale Di Base Per Alloggiamento Sistema Di Raccolta E Drenaggio
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate
- Posa In Opera Rete Antirimbalzo
- Posa In Opera Tralici Di Armatura
- Collocazione Cls Proiettato Alte Prestazioni Sp. 30cm In Passate Successive
- Collocazione Rete Di Aderenza
- Collocazione Betoncino Alte Pretazioni Frc
- Eventuale Rasatura A Frattazzo

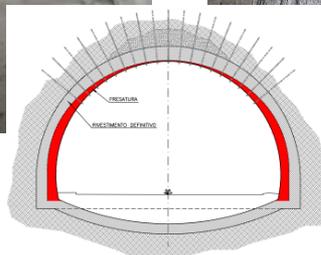


# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Manfreida sx (A26)**

**SOLUZIONE C1** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento in cls proiettato alte prestazioni

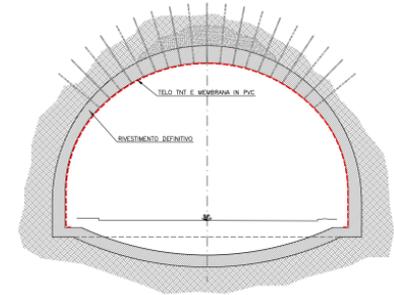


# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Manfreida sx (A26)**

**SOLUZIONE C1** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento in cls proiettato alte prestazioni

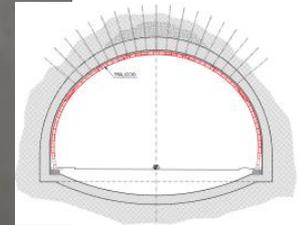


# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Manfreida sx (A26)**

**SOLUZIONE C1** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento in cls proiettato alte prestazioni



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**Manfreida sx (A26)**

**SOLUZIONE C1** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento in cls proiettato alte prestazioni



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

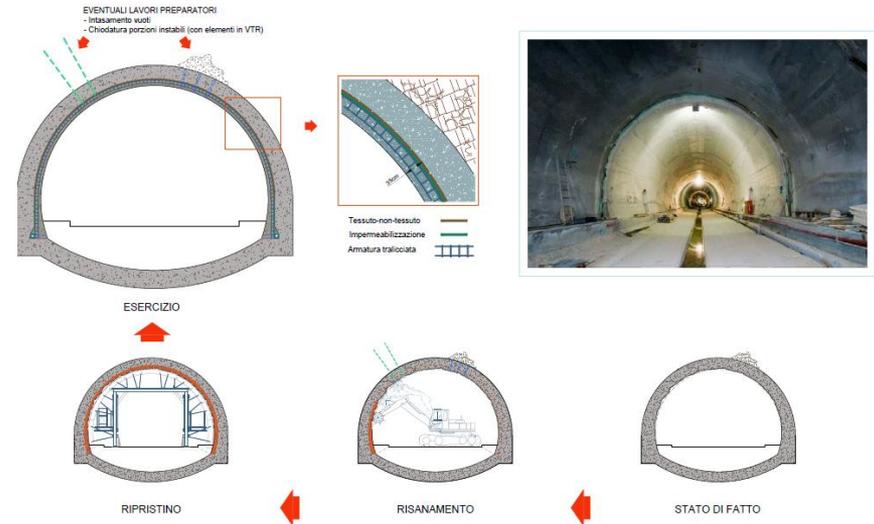
Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE C2** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento gettato in opera con casseformi modulari (tipo VOLTO)

**Olimpia dx (A26)**  
**Colle dx (A01)**  
**Ragnaia I dx (A01)**  
**Ragnaia II dx (A01)**

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavita', Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.)
- Fresatura/Scarifica Di Precisione Spessori 35-40cm Con Scudo Protettivo A Seguire La Zona Di Lavoro
- Fresatura Canale Di Base Per Alloggiamento Sistema Di Raccolta E Drenaggio
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate
- Posa In Opera Tralicci Di Armatura
- Collocazione Cassaforma Modulare
- Getto Calcestruzzo Alte Prestazioni

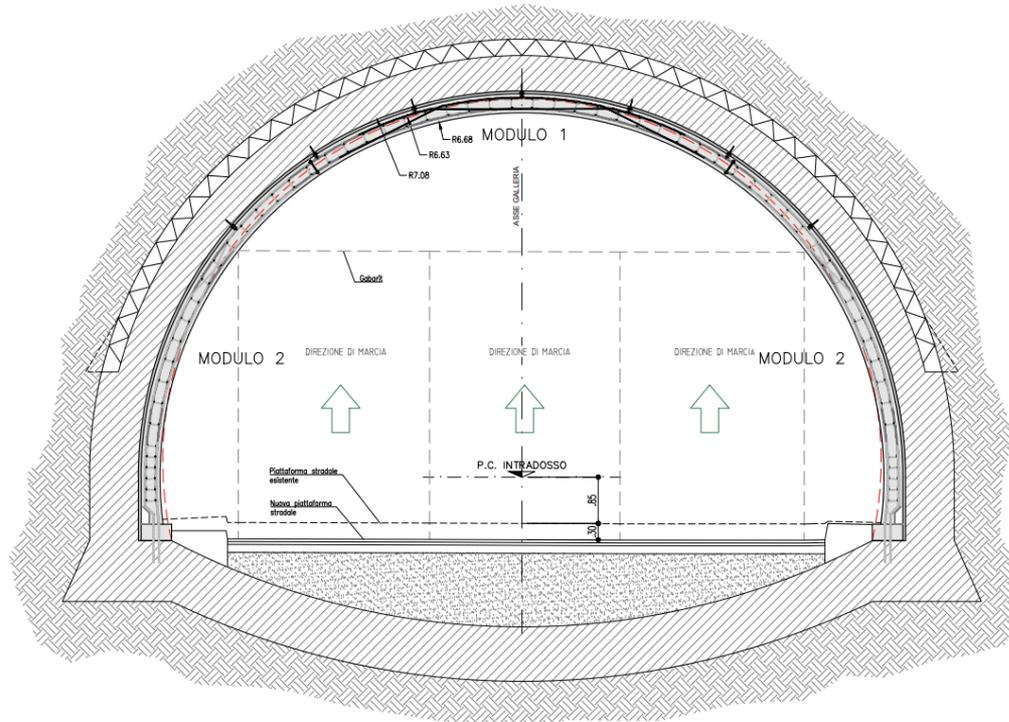


# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE C2** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento gettato in opera con casseformi modulari (tipo VOLTO)

**Olimpia dx (A26)**  
**Colle dx (A01)**  
**Ragnaia I dx (A01)**  
**Ragnaia II dx (A01)**



Abbassamento livelletta stradale per minimizzare fresatura in calotta

# Tunnel Renewal Strategy – TRS

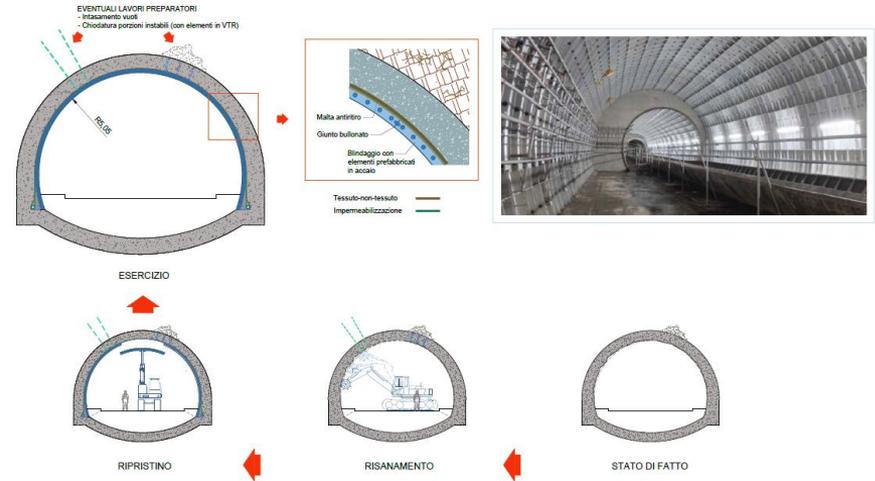
Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE D** - Fresatura cls (corticale) e blindaggio con piastre in acciaio (liner plates)

**Castello I sx (A10)**

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavita', Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.)
- Fresatura/Scarifica Di Precisione Spessore 10cm Con Scudo Protettivo A Seguire La Zona Di Lavoro
- Fresatura Canale Di Base Per Alloggiamento Sistema Di Raccolta E Drenaggio
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate
- Posa In Opera Piastre In Acciaio Bullonate
- Intasamento Con Malta A Tergo Dei Conci



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE D** - Fresatura cls (corticale) e blindaggio con piastre in acciaio (liner plates)

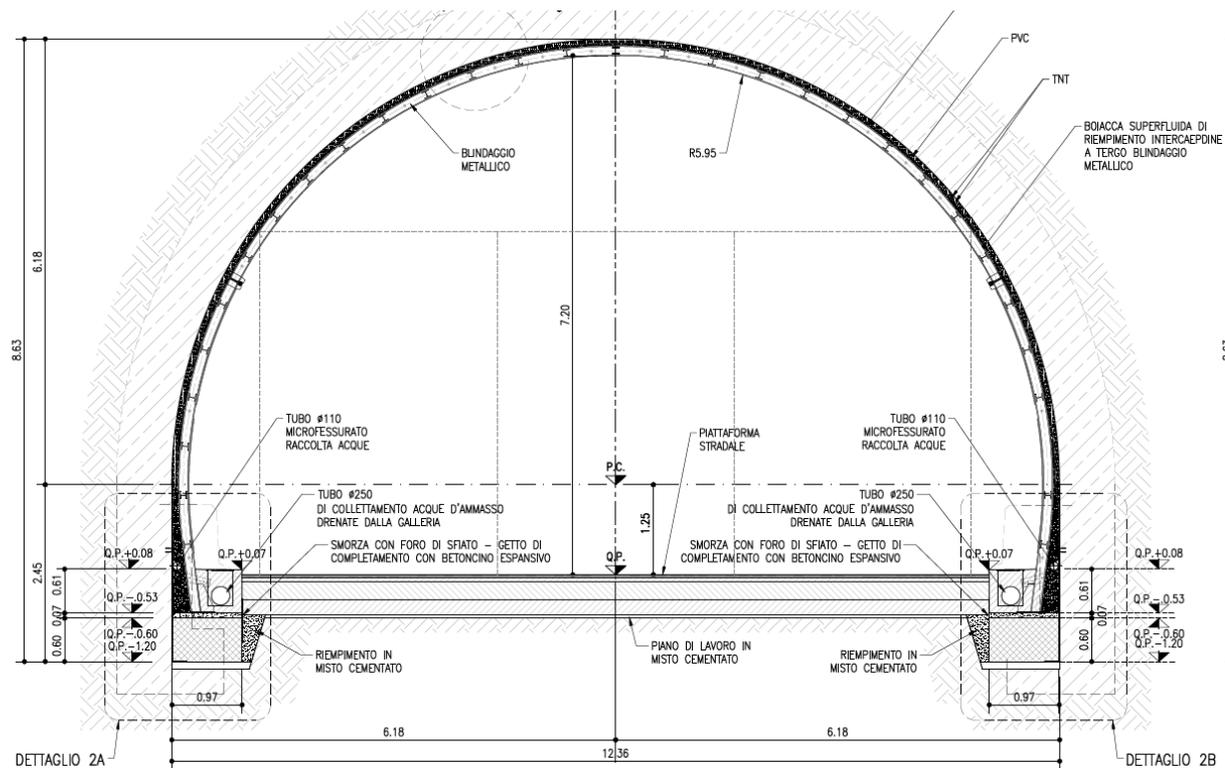
**Castello I sx (A10)**



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

## SOLUZIONE D - Fresatura cls (corticale) e blindaggio con piastre in acciaio (liner plates) – CASTELLO 1 – A10 (DT1)



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

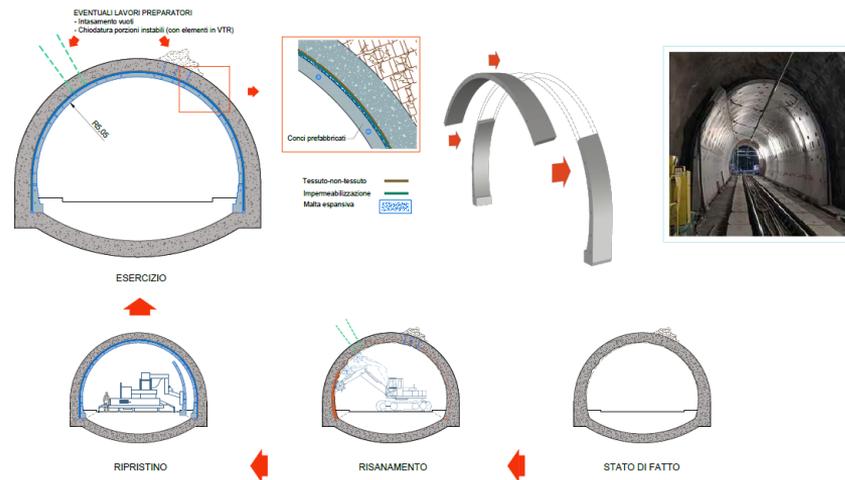
Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE E** - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento con conci prefabbricati

**Poderuzzo dx (A01)**

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavita', Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.)
- Fresatura/Scarifica Di Precisione Spessori 35-40cm Con Scudo Protettivo A Seguire La Zona Di Lavoro
- Fresatura Canale Di Base Per Alloggiamento Sistema Di Raccolta E Drenaggio
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate
- Posa In Opera Conci Prefabbricati (3 Elementi)
- Intasamento Con Malta A Tergo Dei Conci



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE E** - Fresatura cls (medio spessore)  
e rivestimento con conci prefabbricati

**Poderuzzo dx (A01)**



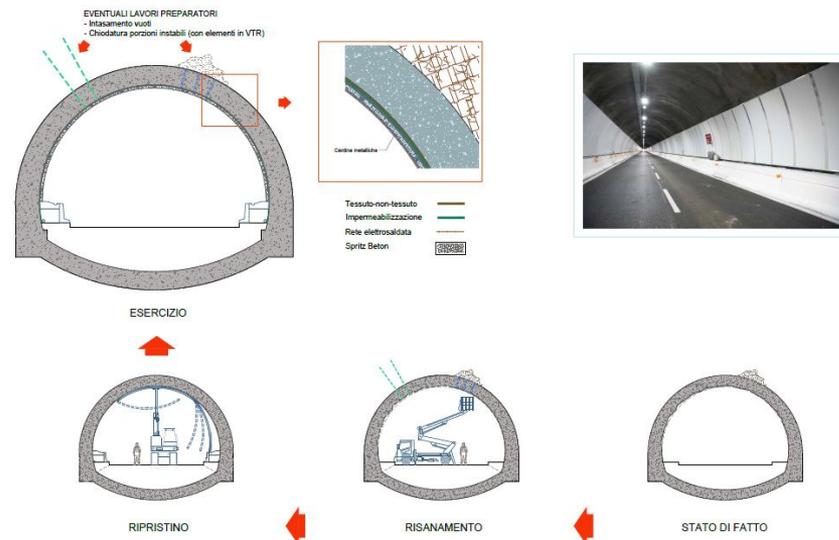
# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE G** – Centinatura intradossata con o senza fresatura

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavita', Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.) E/O Consolidamenti
- Fresatura Superficiale (5-10cm) O Sabbatura
- Predisposizione Cordolo Appoggio Centinatura
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate
- Posa In Opera Rete Estradosso
- Posa In Opera Centine Metalliche
- Posa In Opera Secondo Strato Rete Intradosso
- Collocazione Calcestruzzo Proiettato



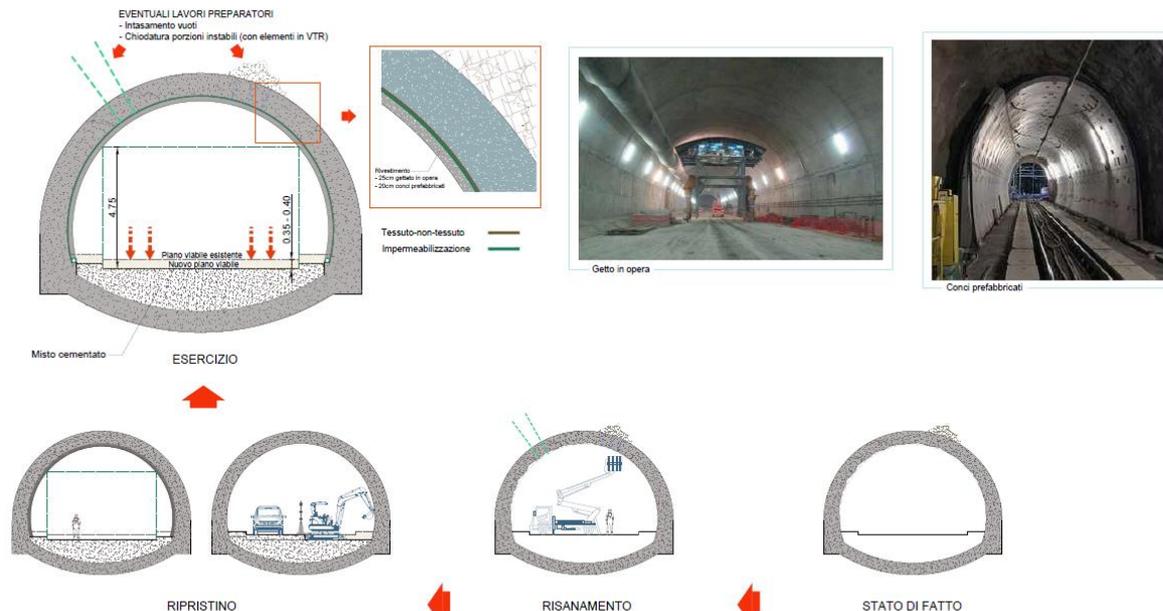
# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

**SOLUZIONE H** – Ribasso piano viabile e rivestimento interno (getto in opera o conci prefabbricati)

## INTERVENTI

- Eventuali Lavori Preparatori Mes (Intasamento Cavità, Chiodatura In Vtr Porzioni Instabili, Ecc.) E/O Consolidamenti
- Fresatura/Scarifica Piano Viabile E Rimozione Servizi Interrati
- Posa In Opera Tnt/Impermeabilizzazione E Sistema Di Raccolta Acque Drenate
- Posa In Opera nuovo Rivestimento Gettato In Opera O Prefabbricato
- Rifacimento Piano Viabile (Misto Cementato, Stabilizzato, Conglomerato Bituminoso)



# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

## IDENTIFICAZIONE DI UNO O PIÙ SISTEMI COSTRUTTIVI E VERIFICA DEI REQUISITI

Tipologia intervento (senza mantenimento traffico)	Dimensioni galleria		Condizione tensionale rivestimento		Tipologia rivestimento			Condizioni idriche		Condizione arco rovescio		Sagoma interna (gabarit)		Lunghezza di applicazione		Periodo interruzione traffico				
	2 Corsie	3 corsie	Carico	Scarico	ClS	Muratura	ClS arm.	Asciutta	Infiltrazioni	Integro	Da rifare	Con margini	Senza margini	Ridotta	Estesa	C	N	5 gg	12 gg	
A - Demolizione completa rivestimento esistente e getto in opera (con eventuali interventi preventivi di consolidamento)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
B - Fresatura profonda cls e rifacimento con coppelle prefabbricate + getto in opera	●	●	●	●	●	● <sup>6</sup>	●	●	●	●	● <sup>4</sup>	●	●	●	●	●	●	●	●	
C1 - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento in cls proiettato alte prestazioni	●	●	●	●	●	● <sup>6</sup>	● <sup>1</sup>	●	●	●	● <sup>4</sup>	●	●	●	●	●	●	●	●	
C2 - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento gettato in opera con casseformi modulari (tipo VOLTO)	●	●	●	●	●	● <sup>6</sup>	● <sup>1</sup>	●	●	●	● <sup>4</sup>	●	●	●	●	●	●	●	●	
D - Fresatura cls (corticale) e blindaggio con piastre in acciaio (liner plates)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
E - Fresatura cls (medio spessore) e rivestimento con conci prefabbricati	●	●	●	●	●	● <sup>6</sup>	●	●	●	●	● <sup>4</sup>	●	●	●	●	●	●	●	●	
F - Blindaggio con lamiere in acciaio (senza fresatura)	●	●	● <sup>3</sup>	●	●	● <sup>6</sup>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
G - Centinatura intradossata con o senza fresatura	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
H - Ribasso piano viabile e rivestimento interno (getto in opera o conci prefabbricati)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

● Applicabile ● Applicabile Con Limitazioni/Incertezze ● Non Applicabile

C: Chiusura Galleria Per Intero Periodo Lavori N: Chiusura Galleria Notturna

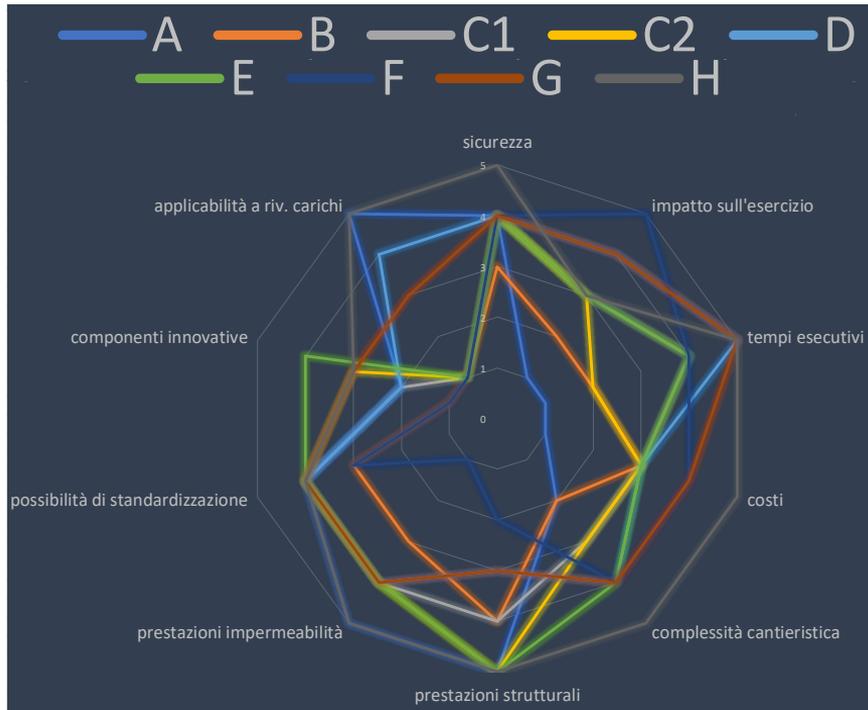
NOTE:

1: idrodemolizione in luogo di fresatura - 2: con impermeabilizzazione PVC su rivestimento non armato (su rivestimento armato accoppiato a lamiere in intradosso) - 3: applicabile tecnicamente ma difficilmente risolutivo dal punto di vista strutturale - 4: «fasizzazione» vincolata all'esecuzione dell'arco rovescio - 5: impermeabilizzazione in fasi - 6: applicabilità condizionata dallo stato della muratura

# Tunnel Renewal Strategy – TRS

Sviluppo di sistemi costruttivi standardizzati

ANALISI COMPARATIVA SOLUZIONI E POTENZIALE APPLICABILITÀ



EVOLUZIONI IN CORSO

TRENO LAVORI RINNOVO GALLERIE IN  
PRESENZA DI TRAFFICO

MATERIALI SOSTENIBILI (COMPOSITI,  
GEOPOLIMERI)

RIVESTIMENTI ESTRUSI

# Interventi di Rinforzo Strutturale dei rivestimenti (IRS)

- **CARATTERE TIPOLOGICO:** identificazione **contesti tipici** in termini di **quadro difettologico** e **condizioni al contorno** caratterizzanti **l'applicazione degli interventi**
- **EVOLUZIONE E SEMPLIFICAZIONE TIPOLOGICI MES:** ritorno d'esperienza **ASSESSMENT 2020-2022**, conservazione punti di forza, riduzione numerosità tipologici (accorpamento)
- **DUPLICE DECLINAZIONE IN RELAZIONE AL MATERIALE DI RINFORZO:** Acciaio/Vetroresina
- **VELOCITA' / EFFICACIA / EFFICIENZA POSA IN OPERA:** transizione da lavorazioni/pratiche standard verso soluzioni tecnologiche innovative
- **OMOGENEITA' DI APPLICAZIONE:** **copertura continua** per settori / **superamento frammentazione** interventi MES

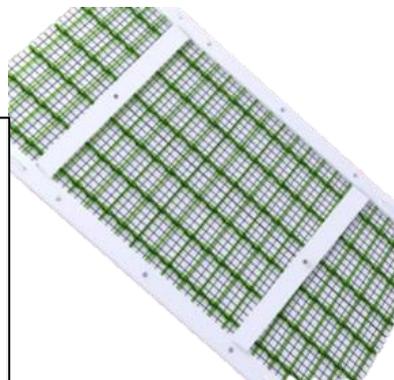
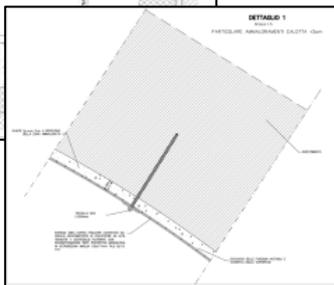
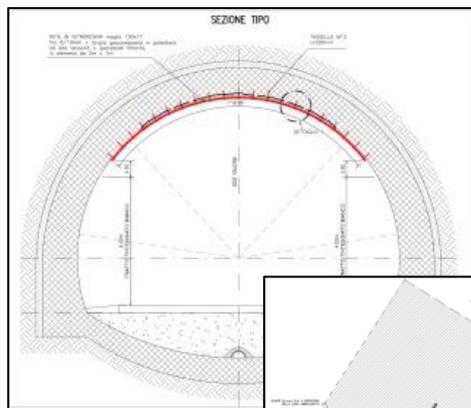
# Interventi di Rinforzo Strutturale dei rivestimenti (IRS)

## IRS 1V

AMMALORAMENTI SUPERFICIALI CON SPESSORE FINO A 5cm

CARATTERISTICHE INTERVENTO:

1. Asportazione presidi pre-esistenti ed idropulizia;
2. Scarifica preventiva (se necessaria);
3. Applicazione SISTEMA GWN-CORTIC-TRILAYER;
4. Fissaggio reti e piatti in vetroresina con tasselli metallici/chimici.

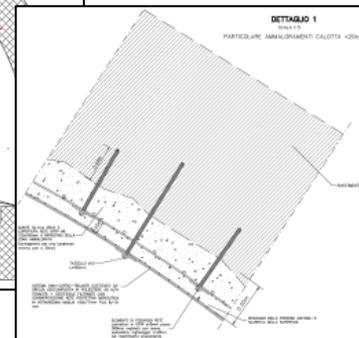
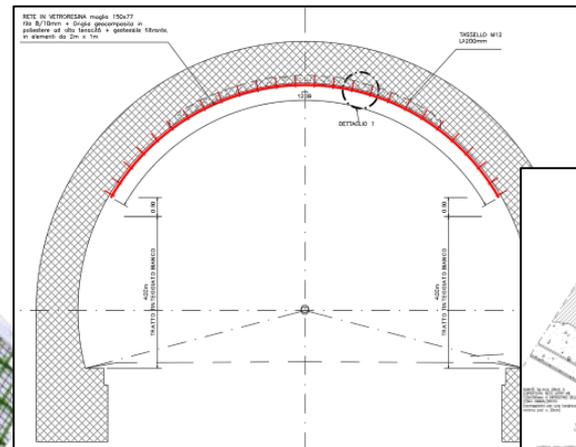


## IRS 2V

AMMALORAMENTI PROFONDI FINO A 20cm IN ASSENZA DI VENUTE D'ACQUA

CARATTERISTICHE INTERVENTO:

1. Asportazione presidi pre-esistenti ed idropulizia;
2. Scarifica preventiva e disaggio di porzioni instabili (se necessaria);
3. Regolarizzazione superficie mediante idrofresatura e/o mezzi meccanici;
4. Ripristino spessore con gunite ad alta resistenza armata con rete monolitica in GFRP + connettori (prevista lisciatura finale);
5. Applicazione SISTEMA GWN-CORTIC-TRILAYER;
6. Fissaggio reti e piatti in vetroresina con tassellatura chimica.



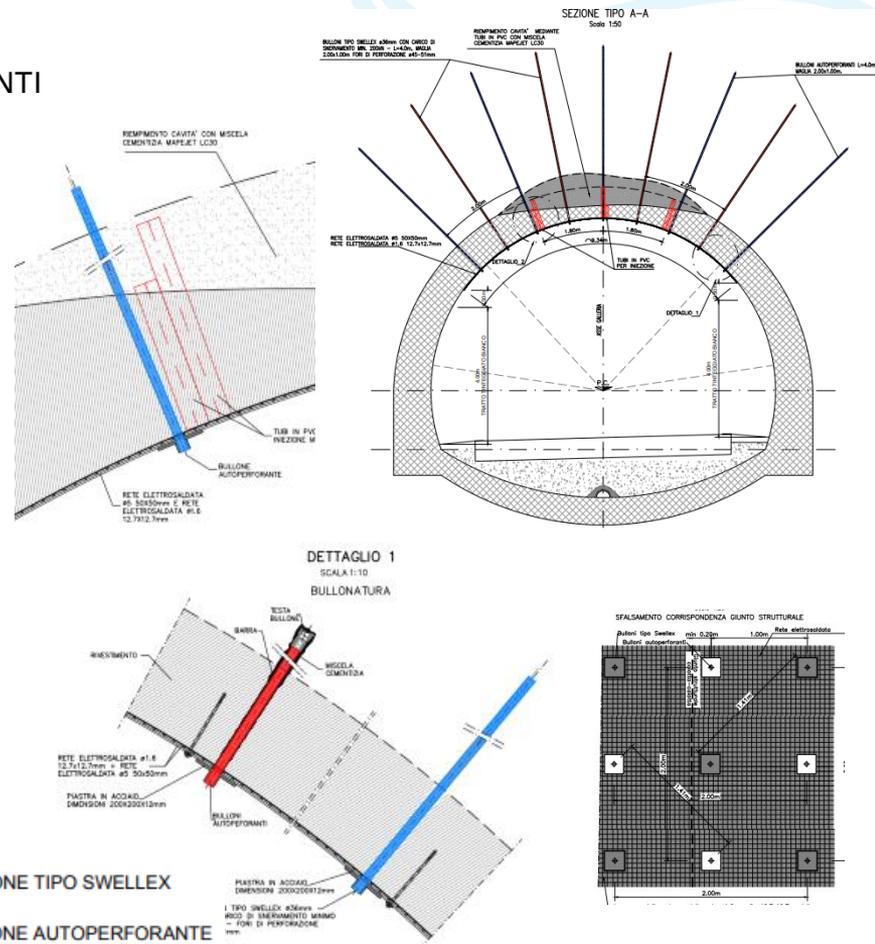
# Interventi di Rinforzo Strutturale dei rivestimenti (IRS)

## IRS 3A

### VUOTI A TERGO ED EVENTUALI SOTTOSPESSORI DEI RIVESTIMENTI

#### FASI REALIZZATIVE:

1. Rimozione dei presidi esistenti in calotta;
2. Disgaggio di eventuali porzioni instabili e idropulizia superficiale;
3. Presso ciascuna posizione d'iniezione, esecuzione di doppia perforazione D67 mm per inserimento del tubo d'iniezione e del tubo spia;
4. Inserimento delle coppie di tubi in pvc per il successivo pompaggio;
5. Applicazione di rete protettiva leggera in acciaio inox (rete elettrosaldata  $\varnothing 1.6$  mm, maglia 12.7x12.7mm) con sovrapposizione rete protettiva in acciaio inox (rete elettrosaldata  $\varnothing 5$  mm maglia 50x50mm)
6. Esecuzione bullonatura radiale con bulloni tipo Swellex, di lunghezza  $L=4,0$ m disposti con maglia 2.0x1.0 m a quinconce.
7. Pompaggio dagli appositi tubi di iniezione in pvc, di miscela strutturale alleggerita a ritiro controllato tipo Mapejet LC 30.
8. Attesa la maturazione di 48-72 ore delle miscele pompate, integrazione con bulloni auto perforanti  $L=4,0$  m cementati, ad ancoraggio continuo disposti con maglia 2.0x 1.0 m in alternanza ai bulloni tipo swellex precedentemente eseguiti, in modo da costituire una maglia di bullonatura finale (auto perforanti + swellex) di 1.0x 1.0 m.



BULLONE TIPO SWELLEX



BULLONE AUTOPERFORANTE

# Interventi di Rinforzo Strutturale dei rivestimenti (IRS)

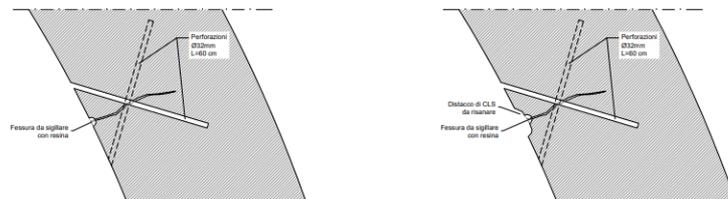
## IRS 4

CUCITURA DI LESIONI PERSISTENTI MA NON MULTIPLE IN ASSENZA DI SOLLECITAZIONI SIGNIFICATIVE ( $< 2 \text{ MPa}$ )

FASI REALIZZATIVE:

1. Rimozione dei presidi esistenti in calotta;
2. Disgaggio di eventuali porzioni instabili e idropulizia superficiale;
3. Eventuale rimozione di porzioni di cls distaccato, incisione con smerigliatrice, pulizia con aria compressa, microperforazioni D30-40 mm aventi lunghezza 60 cm a cavallo della fessura e disposte ogni 20-60 cm inclinate a  $45^\circ$ , nuova pulizia dei fori e della fessura;
4. Inserimento di barre  $\varnothing 16$  con accoppiati tubicini in pvc ( $\varnothing 12$ ), cianfrinatura del foro con resine epossidica, sigillatura della porzione a vista della frattura con adesivi epossidici per incollaggi strutturali, esecuzione dell'iniezione con resine epossidiche bicomponenti ( $P_{\text{max}} = 2 \text{ Bar}$ ).
5. Chiusura tubi in pvc ed eventuale taglio della barra, rasatura, eventuale sigillatura superficiale con adesivo epossidico per incollaggi strutturali, eventuale ripristino della superficie d'intradosso mediante malte tixotropiche.

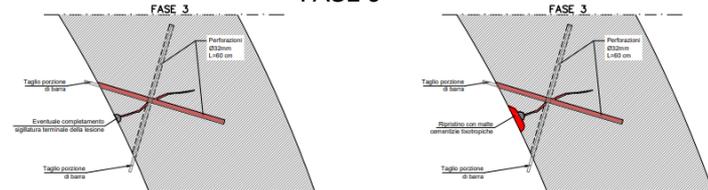
FASE 3



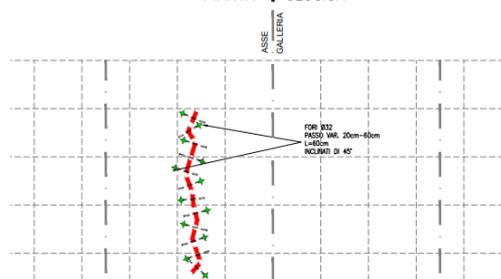
FASE 4



FASE 5



PIANTA TIPOLOGICA

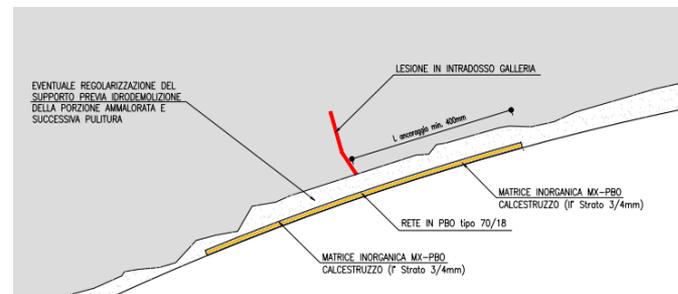
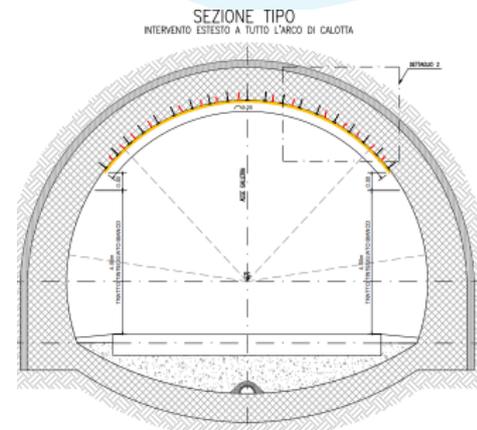


## IRS 5

### RINFORZO INTRADOSSALE CON SISTEMA FRCM

#### FASI REALIZZATIVE:

1. Eventuale scarifica e ripristino delle superfici interessate dalla cucitura;
2. Preparazione del supporto mediante pulizia del fondo da parti incoerenti, polvere e muffe, mediante sabbiatura o lavaggio a bassa pressione;
3. Bagnatura a rifiuto del supporto;
4. Posa in opera dello strato di matrice inorganica, tipo MX-PBO Calcestruzzo, per uno spessore minimo di 3mm e massimo di 5 mm;
5. Posa del rinforzo in fibra con reti bidirezionali non bilanciate, tipo PB0-Mesh 70/18;
6. Posa del secondo strato di matrice inorganica (tipo MX-PBO Calcestruzzo) per uno spessore minimo di 3mm e massimo di 5 mm.
7. L'applicazione di successivi strati prevede di riprodurre quando descritto dal punto 4 al punto 6, avendo cura di applicare i vari strati sui precedenti ancora freschi;
8. Realizzazione dei fiocchi in PBO.

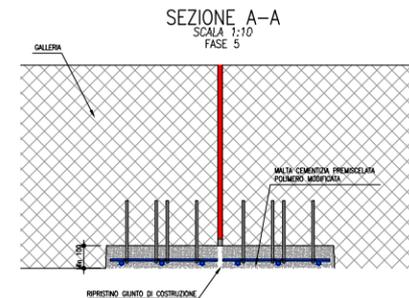
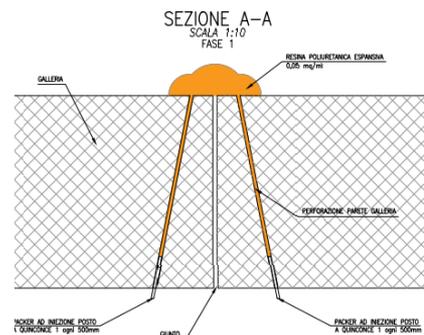
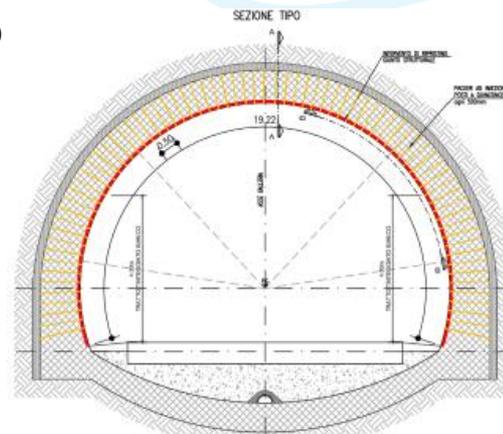


## IRS 6

### RIPRISTINO E SIGILLATURA GIUNTI CON VENUTE D'ACQUA E DEGRADO MEDIO

#### FASI REALIZZATIVE:

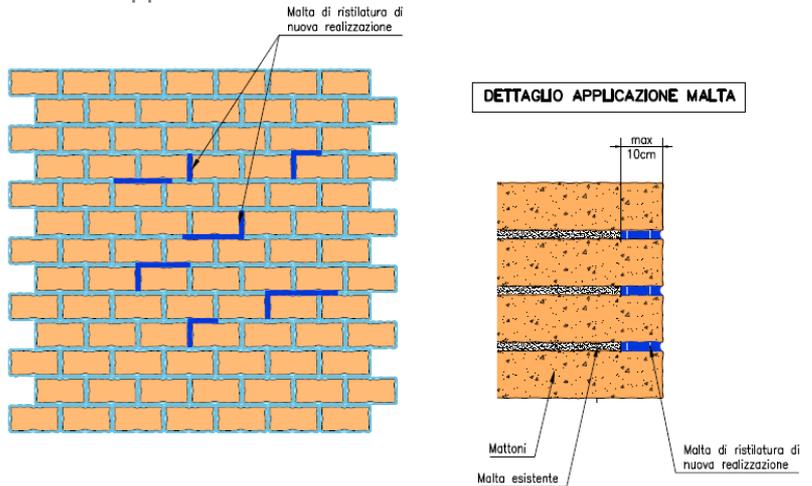
1. Iniezione di resina espandente, per bloccare le venute d'acqua;
2. Demolizione della superficie a cavallo del giunto per 100 cm di larghezza e 10 cm di profondità mediante demolizione meccanica/idrodemolizione.
3. Eventuale spazzolatura meccanica delle armature, soffiatura con aria compressa, se necessaria, scalpellatura di rifinitura;
4. Preparazione della superficie da ripristinare, mediante idrolavaggio ad alta pressione avendo cura di idrolavare l'intercapedine del giunto per tutta la sua profondità;
5. Stuccatura del giunto mediante stucco epossidico bicomponente tixotropico;
6. Perforazione della parete a quinconce passo 50cm a ridosso del giunto e inserimento packer;
7. Iniezione di resina poliuretana bi-componente espansiva nel giunto;
8. Sistema rete monolitica in fibra di vetro e resina poliestere (GFRP) Ø8mm a maglia 150x150 mm accoppiata con n. 6 barre calandrate Ø18mm, fissata da connettori in GFRP inghisati per 200 mm nel calcestruzzo di supporto con ancorante chimico universale epossidico;
9. Posa di malta cementizia tixotropica premiscelata polimero modificata bicomponente.



# Interventi di Rinforzo Strutturale dei rivestimenti (IRS)

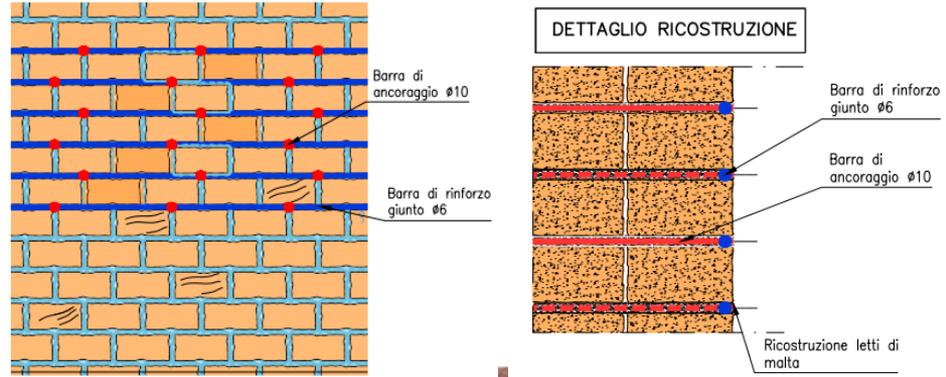
## IRS M1

Intervento superficiale di **ripristino dei letti di malta** deteriorati tramite applicazione di malta cementizia strutturale.



## IRS M2

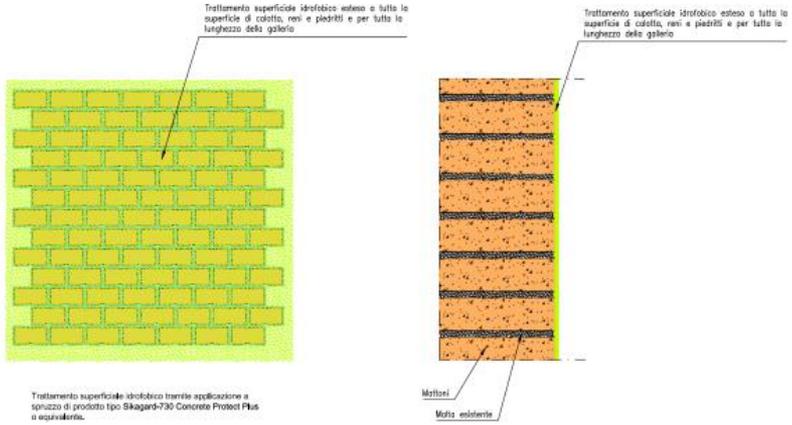
Intervento di **ripristino dei letti di malta** deteriorati tramite applicazione di malta cementizia strutturale e **ristilatura armata** dei giunti.



# Interventi di Rinforzo Strutturale dei rivestimenti (IRS)

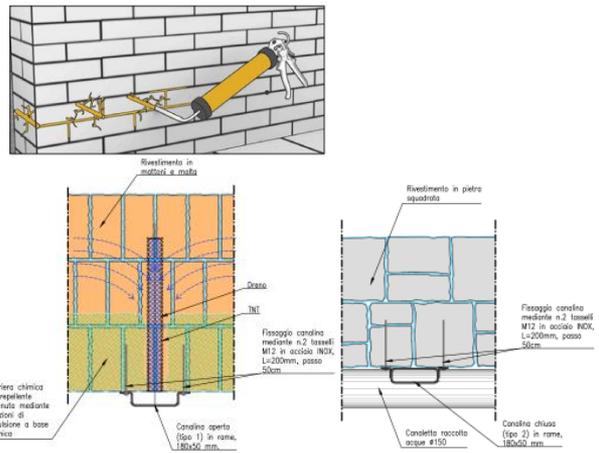
## IRS M3

Intervento superficiale **idrofobico** tramite applicazione a spuzzo di prodotto idrorepellente / antiesfoliante.



## IRS M4

Intervento **idrofobico profondo** tramite iniezioni di resina nello strato corticale del rivestimento definitivo al fine di ridurre l'effetto delle azioni di corrosione di tipo idraulico.

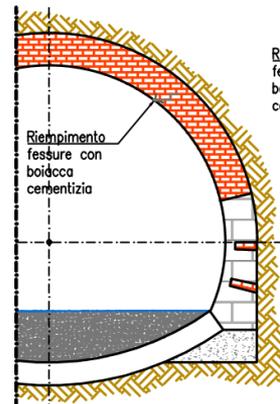


# Interventi di Rinforzo Strutturale dei rivestimenti (IRS)

## IRS M5

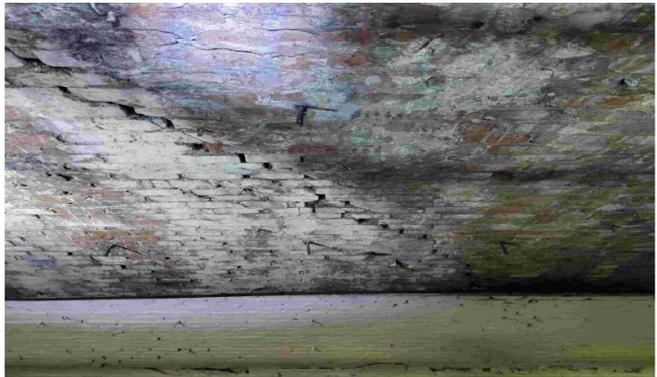
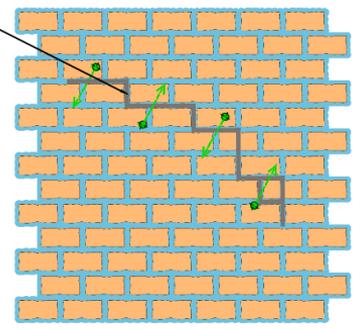
Intervento di rinforzo e consolidamento delle **lesioni**.

SEZIONE TRASVERSALE



DETTAGLIO PARETE

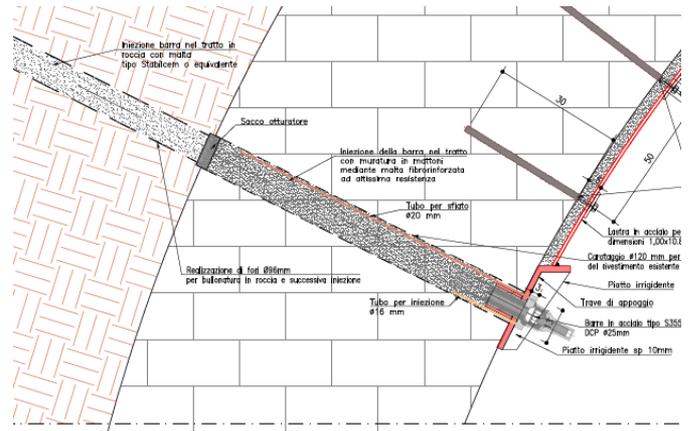
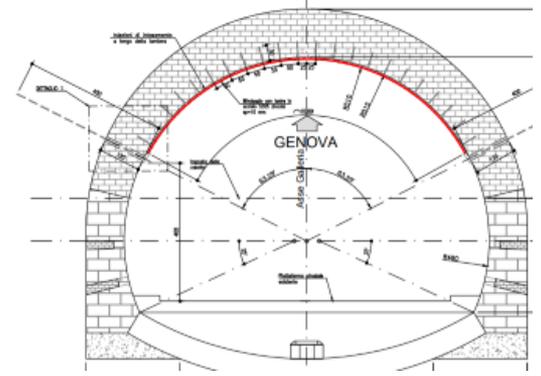
Riempimento fessure con boiacca cementizia



## IRS M6

**Blindaggio metallico** con lamiere in acciaio.

SEZIONE TIPO  
SCALA 1:50



**Grazie per l'attenzione**