



CONVEGNO FABRE  
PONTI, VIADOTTI, E GALLERIE ESISTENTI:  
RICERCA, INNOVAZIONE E APPLICAZIONI  
LUCCA, 2-4 FEBBRAIO 2022



## Ispezioni straordinarie ai sensi del Manuale MIT 2020 lungo i 70km di gallerie della A24-A25

Giovanna Cassani 1<sup>a</sup>, Giovanni Tofani 2<sup>a</sup>, Francesca Vaccaro 3<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Rocksoil S.p.A., Via Corridoni 13, 20122 Milan, Italy

<sup>b</sup> Ingfraengineering S.r.L., Viale Abruzzo 410, 66100 Chieti, Italy

<sup>c</sup> Strada dei Parchi S.p.A., Via G. V. Bona 105, 000156 Roma, Italy

*Keywords: Prove su materiali, Gallerie Stradali, Sorveglianza strutturale, Manutenzione*

### 1 INTRODUZIONE

Le specifiche del Manuale MIT emesso dalla DGVCA in data 26.05.2021 forniscono le indicazioni tecnico/operative per effettuare un'ispezione approfondita di Assessment che, rivalutando ex-novo lo stato di consistenza dei rivestimenti definitivi della galleria, ne definisca il cosiddetto "punto di zero".

A partire dalla fine del mese di agosto del 2020 Strada dei Parchi SpA ha dato avvio all'attività di "Assessment" in armonia alle specifiche tecniche riportate nel suddetto "Manuale".

Il Manuale introduce il Metodo di Valutazione IQOA già utilizzato nelle Linee Guida CETU 2015.

La Classificazione IQOA ("Image qualité des ouvrages d'art") valuta le difettosità civili e relative alle venute d'acqua consentendo di associare a ciascun difetto un codice alfanumerico che ne indica la gravità/pericolosità in funzione della quale il relativo intervento può essere programmato nel tempo (attributo "3"- "3U") o immediato (attributo "S") in quanto potenzialmente pericoloso per la sicurezza degli utenti.

In termini operativi il Manuale introduce nella fase di "esecuzione delle ispezioni" il concetto di treno ispettivo: una successione di attività per le quali risulti necessariamente rispettata una

sequenza logico-temporale i cui step risultano correlati anche da rapporti di causa effetto:

- Preparazione della galleria (smontaggio delle onduline e lavaggio della volta)
- Ispezione visiva in quota, classificazione dei difetti e identificazione degli interventi con criticità S ed esecuzione di eventuali prove di caratterizzazione.
- Messa in sicurezza dei difetti caratterizzati da attributo S mediante la realizzazione degli interventi selezionati tra i "Tipologici" o ricorrendo a soluzioni progettuali mirate
- Riapertura al traffico solo una volta avvenuta la messa in sicurezza di tutti gli interventi S segnalati in fase di ispezione.

Ad ogni valutazione secondo classificazione IQOA corrisponde di fatto una tempistica di intervento che va dall'intervento immediato ad una riprogrammazione nei successivi 3/6 mesi; gli sviluppi più operativi connessi sono stati successivamente approfonditi anche nelle "Linee Guida per la redazione del Piano di Sorveglianza": un documento emesso a seguito della Circolare del MIMS n. 152 del 09.04.2021, che fornisce le indicazioni circa la gestione dei controlli di manutenzione (per modalità e frequenza) da effettuare nelle gallerie già oggetto di Assessment.

## 2 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INFRASTRUTTURA

La rete autostradale gestita in Concessione da Strada dei Parchi si sviluppa su 281 km di tracciato (563 km considerando entrambe le carreggiate) di cui il 13% (circa 70km) in galleria. Il 56% delle opere d'arte in sotterraneo (tra cui ricadono la totalità delle opere presenti nell'intera tratta Roma – Torano) sono state costruite tra il 1960 e il 1980.

Il tracciato autostrade A24 - A25 attraversa in direzione WSW-ENE l'intero settore assiale dell'orogene appenninico in una zona di giunzione particolarmente articolata e complessa. Il tracciato interessa nei tratti in sotterraneo dorsali montuose costituite da depositi marini pre-orogenici di piattaforma carbonatica, scarpata e bacino, sviluppatasi nel Mesozoico-Cenozoico, e domini di depositi marini silicoclastici sin-orogenici di avanfossa, con Successioni argilloso-arenacee e arenaceo-argillose torbiditiche neogeniche tipo flysch. Tali dorsali sono delimitate da bacini intermontani (Bacino tiberino, Bacino reatino-cicolano, Piana del Fucino, Conca dell'Aquila, Conca di Sulmona etc.), colmati da Successioni post-orogeniche quaternarie di depositi continentali.

L'attività geologica e dinamica in quest'area è tutt'ora in atto e non si è naturalmente conclusa, come dimostra l'intensa sismicità regionale da inquadrare nel contesto dell'Appennino centrale. L'attività tettonica risulta legata a tettonica distensiva, attiva nella parte assiale della catena, e da una sismicità moderata e di natura complessa (con presenza di tettonica strike-slip – trascorrente), evidenziata da importanti eventi sismici con magnitudo superiore a 4. Tra questi vi sono il terremoto del 1915 del Fucino, il terremoto di San Donato Val di Comino del 1984, il terremoto dell'Aquila del 2009 e il Terremoto di Amatrice e del Centro Italia del 2016-2017 (sequenze sismiche di agosto e ottobre 2016 e gennaio 2017).

## 3 ASSESTMENT 2020/2021 – ANALISI DEI DATI E CONSIDERAZIONI TECNICO/OPERATIVE

### 3.1 *Il lavoro svolto da SDP – Dati e considerazioni operative*

Le 50 gallerie della rete sono state tutte oggetto, dall'agosto 2020 all'aprile 2021, di un

“assessment” approfondito secondo le modalità descritte nel “Manuale”.

L'attività di ispezione approfondita è stata articolata in 3 fasi successive: una fase propedeutica, una fase esecutiva ispettiva, una fase conclusiva.

L'ispezione di ciascuna galleria è avvenuta previo smontaggio di ogni presidio precedentemente posto a presidio delle percolazioni (onduline o lamiere grecate) e dopo aver proceduto al lavaggio accurato della volta con acqua a pressione (salvo che nel caso del Gran Sasso del quale si riferisce nel dettaglio nel seguito). Questo al fine di consentire una ispezione visiva della struttura “a nudo”. In via preliminare è stata inoltre eseguita una prima campagna di indagini tra cui: georadar, acquisizione laserscanner-termografico, rilievo geometrico dell'intradosso della galleria e acquisizione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo del rivestimento definitivo mediante prove di schiacciamento. L'analisi critica degli elaborati di as-built e della documentazione relativa alle pregresse ispezioni ha consentito infine, unitamente a quanto sopra illustrato, il raggiungimento di un adeguato livello di conoscenza preliminare di ciascuna opera.

La fase ispettiva, avviata nell'ultima settimana di agosto 2020, è stata ultimata nel marzo 2021.

L'introduzione, nell'ambito del suddetto manuale, del concetto di “treno ispettivo” (attività tra di loro logicamente susseguenti ma di fatto contemporanee all'ispezione) ha imposto un importante sforzo programmatico, gestionale ed operativo anche alla luce delle particolari condizioni che vincolano l'esercizio per alcune opere della A24 e A25. Nella fattispecie, si sono affiancate n. 10 squadre di ispettori (ispezionando anche 3 opere contemporaneamente in orario notturno e diurno) e altrettante squadre operative (per un totale di circa 180 risorse che hanno impiegato fino a 52 piattaforme elevatrici per esecuzione degli interventi, ispezioni e indagini), inoltre sono stati presenti 7 squadre di laboratorio attrezzate per l'esecuzione di prove distruttive e non sui rivestimenti definitivi.

Nel corso dell'assessment (da settembre 2020 ad aprile 2021), al fine di porre in sicurezza le difettosità catalogate con attributo “S” (di estensione complessiva pari a 52.170 mq), sono stati realizzati: 37.221 mq di intervento tipo A, 55.047 mq di intervento tipo B, e 292 centine (intervento tipo C pari a 6.501,60 mq).

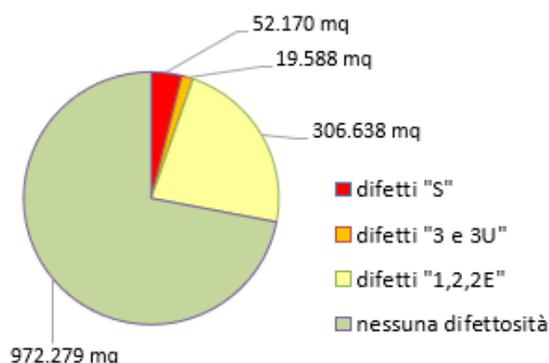


Figure 1. Distribuzione difettosità IQOA (tot 1.350.675 mq di rivestimento definitivo).

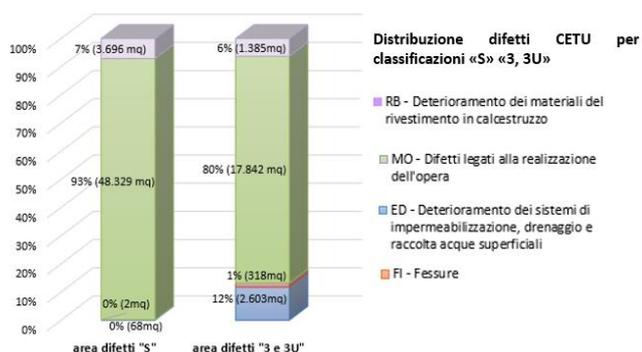


Figure 2. Distribuzione difettosità CETU per classificazione difetti S, 3, 3U

Al fine di rendere più immediata ed efficace la fase decisionale/operativa relativa alla scelta dell'intervento da mettere in opera a valle dell'individuazione e catalogazione del difetto, il progettista ha sviluppato una serie di interventi tipologici, di seguito brevemente descritti, adeguati e calibrati alle caratteristiche delle opere e dei difetti più diffusi.

**Intervento tipo A:** l'intervento è impiegato in caso di distacchi corticali dovuti a calcestruzzo fratturato o in presenza di vespai o in caso di distacchi di copriferro in condizioni di assenza di venute d'acqua. L'intervento comprende la distribuzione nelle zone di distacco di fogli di rete a filo più sottile e maglia ridotta eventualmente rinforzata da rete a filo più grosso a maglia più larga sostenuta da bandelle metalliche di lamiera.

**Intervento tipo B:** l'intervento prevede la messa in opera di lamiere grecate isolate o combinate disposte in corrispondenza delle venute d'acqua in maniera da veicarla sui piedritti, al di fuori della piattaforma stradale (la lamiera è anche utilizzabile come rivestimento protettivo per distacchi corticali superficiali).

**Intervento tipo C:** viene realizzato in situazioni di particolare rischio di distacco di

porzioni di calcestruzzo di maggiori dimensioni. Viene prevista la messa in opera di rete combinata a bandelle metalliche e tasselli profondi oppure, in presenza di sottospessori o vuoti, si realizza un intervento tramite nervature di rinforzo (profili tubolari rettangolari 60×40×5 mm accoppiati con calastrelli UPN 50) per ricostruire la continuità strutturale del rivestimento definitivo.



Figure 3. Interventi tipo A e B



Figure 4. Interventi tipo C

L'esigenza di completare l'installazione a regola d'arte di tutti gli interventi in corrispondenza dei difetti catalogati come "S" prima della riapertura al traffico ha richiesto un importante sforzo di coordinamento tecnico e operativo soprattutto in termini di flessibilità nella programmazione a breve e medio termine e gestione dell'imprevisto.

L'impatto arrecato dai cantieri installati per ispezioni e interventi è significativamente rappresentato dai dati di seguito riportati.

Complessivamente, per la sola fase di ispezione approfondita, indagini e interventi "S" sono stati previste n. 585 singole deviazioni di traffico giornaliero/notturne concentrate in 243 gg naturali e consecutivi dei quali, escludendo festività e operazioni invernali, si possono contare come "lavorativi" n. 165 gg. I dati corrispondono ad una media di almeno 3 deviazioni per giorno lungo tutta l'autostrada nel periodo da inizio settembre 2020 ad aprile 2021, sono escluse le cantierizzazioni per l'attività di

ispezione ordinaria nelle gallerie non interessate da assessment nel trimestre.

Lo stesso periodo è stato anche peraltro caratterizzato dalle disposizioni governative per il contenimento e il contrasto del diffondersi del virus Covid-19 sull'intero territorio nazionale, misure che hanno determinato una necessaria riorganizzazione delle attività lavorative e hanno causato evidenti impatti in termini di riduzione degli spostamenti veicolari, tanto a livello nazionale quanto sulla rete autostradale gestita dalla Strada dei Parchi S.p.A..

Nella tabella seguente è possibile riscontrare l'andamento mensile dei flussi di traffico nel periodo in questione; per poter apprezzare gli effetti del quadro epidemico si ritiene opportuno comparare i volumi veicolari con l'omologo periodo pre-pandemia (agosto '18 – marzo '19). Dal confronto emerge una variazione media percentuale pari a -19,20%, con picchi dell'ordine del -31% in particolare nei mesi di dicembre 2018 e gennaio/febbraio 2019.

Table 1. Confronto volumi di traffico agosto-marzo

<b>Rete Strada dei Parchi</b>			
Periodo	'20-21	'18-19	$\Delta$ ('20-21/18'19)
Agosto	4.208.225	4.145.384	1.52%
Settembre	4.220.564	4.406.641	-4.22%
Ottobre	4.028.057	4.535.209	-11.18%
Novembre	3.083.604	4.256.810	-27.56%
Dicembre	3.031.396	4.363.971	-30.54%
Gennaio	2.799.525	4.058.711	-31.02%
Febbraio	3.231.633	4.014.566	-19.50%
Marzo	3.122.364	4.014.566	-31.10
<b>Totale</b>	<b>27.725.368</b>	<b>34.313.076</b>	<b>-19.20%</b>

Particolare rilievo hanno avuto le ispezioni condotte nella galleria del Gran Sasso d'Italia, nel periodo novembre '20 – gennaio '21, per le quali sono state necessarie 60 chiusure di tratta (in orario notturno).

Con specifico riferimento alla tratta sulla quale insiste il traforo, tra gli svincoli di Assergi e S. Gabriele - Colledara, confrontando i flussi del trimestre novembre '20 – gennaio '21 con l'omologo trimestre novembre '18 – gennaio '19, si registra un decremento medio del 42,30%, con un picco di quasi il -46% nel mese di dicembre (cfr. tabella seguente).

Table 2. Confronto volumi di traffico novembre-gennaio

<b>Tratta Assergi-S. Gabriele/Colledara</b>			
Periodo	'20-21	'18-19	$\Delta$ ('20-21/18'19)
Novembre	149.480	260.377	-42.59%
Dicembre	141.502	261.269	-45.84%
Gennaio	142.848	230.165	-37.94%

Totale	433.830	751.811	-42.30%
--------	---------	---------	---------

I dati riportati evidenziano come la gestione del traffico connessa all'attività ispettiva straordinaria ormai conclusa avrebbe potuto avere effetti ancora più impattanti in un contesto differente da quello nel quale si è collocato temporalmente; ovvero, avviare ulteriori attività nel futuro, relative all'esecuzione degli interventi "specifici" o la manutenzione degli stessi su tutta la rete impone una riflessione nel merito della relativa programmazione e gestione delle risorse che non può che prendere in debita considerazione anche gli impatti sul territorio dovuti alle limitazioni di traffico.

In un contesto così complesso, la Concessionaria, ai fini di completare l'assessment minimizzando l'impatto sul traffico, ha operato cantierizzando simultaneamente più gallerie tra loro contigue sfruttando così le sinergie di un'unica riduzione o deviazione di marcia o in alternativa, nelle tratte più nevralgiche, evitando cantieri ravvicinati e prolungati differenziando geograficamente la collocazione di cantieri simultanei.

Questa frammentazione operativa ha comportato un elevato dispendio di risorse ed energie impiegate anche al fine di fronteggiare e risolvere situazioni particolari ed impreviste; è il caso della Galleria Gran Sasso e della Galleria Roviano, dove si è ricorso a tecnologie e modalità operative specialistiche con l'obiettivo di evitare conseguenze impattanti sull'esercizio autostradale.

#### Traforo del Gran Sasso:

La Galleria Gran Sasso d'Italia si sviluppa per una lunghezza complessiva di 10.176 metri, attraversando l'omonimo massiccio ad una quota di 973 m slmm e consente il collegamento tra le regioni tirreniche e quelle adriatiche. La costruzione della via destra è stata avviata nel 1968 ed ultimata nel 1984, mentre i lavori per la costruzione della via sinistra sono stati avviati nel 1982 e completati nel 1992.

Il traforo insiste in un complesso contesto geologico caratterizzato dall'interferenza lungo tutto lo sviluppo dell'opera con opere di captazione e distribuzione idraulica a servizio della popolazione delle provincie di Teramo e L'Aquila. Un ulteriore importante vincolo di carattere ambientale è rappresentato dalla compresenza sul territorio dell'Ente Parco

Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga. Inoltre, lo stesso tunnel ospita i Laboratori dell'Istituto di Fisica Nazionale.

Ai fini dell'applicazione della procedura ispettiva promossa dal "Manuale" la Concessionaria ha da subito avviato l'iter autorizzativo con tutti gli Enti coinvolti a vario titolo, che con Strada dei Parchi hanno sottoscritto dal 2017 un "Protocollo di Intesa", un accordo nato per la gestione delle fasi di comunicazione e autorizzazione di quegli interventi che possano comportare rischio di pregiudicare la qualità delle acque del sistema idrico del Gran Sasso, captate per il consumo umano.

L'operazione di "lavaggio" della Galleria con acqua ad alta pressione è stata, alla luce delle interferenze sopra descritte, non ritenuta idonea.

Al fine di rispettare comunque le indicazioni operative del Manuale e gli impegni programmatici assunti con il Ministero Concedente, Strada dei Parchi ha proposto allo stesso Ministero l'utilizzo, quale alternativa al lavaggio, di un sistema di aspirazione della calotta e raccolta delle polveri. Sulla scorta degli esiti di specifici campi prova, che hanno permesso anche l'affinamento di una serie di ulteriori misure integrative mitigative, è stato possibile avviare l'attività di pulizia e di ispezione impiegando 17 aspiratori industriali posizionati su piattaforme aeree movimentati da 60 maestranze consentendo infine il rispetto della programmazione prefissata.



Figure 5. Traforo del Gran Sasso - Aspirazione della calotta e misure di mitigazione

Il Traforo del Gran Sasso ha rappresentato un importante banco di prova per le capacità gestionali della Concessionaria anche in ragione dei vincoli trasportistici esistenti che hanno influenzato la gestione alternativa del traffico nel corso delle operazioni di lavaggio/ispezioni/intervento.

Per ragioni legate al mantenimento degli standard di sicurezza ed alla mitigazione del

rischio di incidente ai fini della salvaguardia della falda idrica, in ciascun fornice del traforo è possibile transitare nella sola direzione di marcia: non è pertanto possibile esercire un singolo fornice in doppio senso di marcia.

Tutte le attività connesse al "Manuale Ispezioni" sono state condotte, per i motivi sopra, prevedendo la chiusura della tratta Assergi-Colledara per una delle due correnti di traffico, sfruttando il solo orario notturno 22.00-06.00, al fine di minimizzare l'impatto sul territorio e sull'utenza costretta a servirsi di percorsi alternativi quale il valico del "Passo delle Capannelle" (1.300 m slmm).

Nel medesimo turno operativo si sono pertanto concentrate tutte le attività programmate: smontaggio delle onduline, "aspirazione", ispezione, messa in opera degli interventi con criticità "S" (in corrispondenza dei difetti ritenuti pericolosi per la sicurezza stradale nell'immediato) ed esecuzione delle indagini. L'attività di assessment dei 20 Km è stata effettuata in 60 notti tra novembre 2020 e gennaio 2021.

#### La Galleria Roviano:

L'assessment della Galleria Roviano dx è stato avviato nel mese di marzo 2021: durante la fase di ispezione e messa in opera degli interventi di messa in sicurezza immediata è emersa la necessità di progettare interventi specifici in corrispondenza di anomalie rilevanti riconducibili ad ammaloramenti profondi.

Le caratteristiche, l'entità e l'evoluzione dei difetti riscontrati in galleria sono da considerarsi la conseguenza di un meccanismo di deterioramento dovuto sia a cause interne, relative alle caratteristiche intrinseche del rivestimento e all'assenza di impermeabilizzazione, sia a cause esterne, relative al comportamento dell'ammasso roccioso circostante, alle tecniche esecutive ed alla stagionale presenza di acqua, che, vista la mancanza dell'impermeabilizzazione, ha potuto penetrare nei getti di cls principalmente attraverso le numerose riprese di getto, nonché dal quadro fessurativo talora presente, cause che hanno determinato nel tempo un progressivo degrado delle caratteristiche del calcestruzzo.

La tratta ricompresa tra le pk 600 e 764 è risultata caratterizzata da evidenti sottospessori ed ammanchi; si è ritenuto pertanto necessario intervenire mediante un intervento di carattere

“strutturale” tipo “sottarco” previo disaggio, fresatura e messa in opera della membrana impermeabilizzante.



Figure 6. Galleria Roviano - ammaloramento profondo dovuto a vuoti significativi nel rivestimento

L'iter progettuale/approvativo che ha da subito visto coinvolto anche il MIMS, in particolare l'UIT di Roma, per la valutazione delle proposte ai fini delle approvazioni di competenza è stato preceduto da una approfondita campagna di indagini, completata nel mese di maggio 2021, a ridosso pertanto della stagione estiva. La predisposizione del cantiere e l'avvio delle attività avrebbe comportato la chiusura della via dx per almeno 70 gg (prevedendo 3 turni di lavoro) e il conseguente esercizio in doppio senso di marcia del fornice sx, collocato peraltro in una tratta autostradale caratterizzata da volumi di traffico intensi soprattutto nel periodo feriale estivo.

E' stata pertanto condivisa con il competente Ministero una strategia progettuale ed operativa che prevedesse, nelle more della realizzazione degli interventi strutturali di sottarco, la messa in opera di un manufatto in galleria che fungesse da “scudo di protezione del traffico” necessario per consentire il transito (su due corsie) nella galleria durante il periodo estivo rimandando così l'avvio delle lavorazioni di sottarco ad un periodo di minor volume di traffico. Lo sviluppo della soluzione progettuale è stata altresì supportata da una specifica analisi di rischio implementata dall'Università di Chieti e Pescara che ha consentito di analizzare nel dettaglio l'incremento di rischio derivante dalla continuazione

dell'esercizio delle due canne della galleria nel periodo estivo nelle more dell'esecuzione degli interventi strutturali.



Figure 7. Pk 600 e 764: Scudo di Protezione al Traffico



Figure 8. Pk 600 e 764: Successivo intervento di sottarco

Successivamente, dal mese di settembre, si è provveduto alla rimozione dello scudo prefabbricato e alla contestuale realizzazione dell'intervento di sottarco per consentire nuovamente il traffico in entrambi i fornici in doppia corsia già dal weekend del primo novembre.

La gestione e la fasizzazione delle operazioni ispettive/operative, unita alla presenza e alla conoscenza del territorio hanno consentito di migliorare lo stato delle opere d'arte, aumentare le condizioni di sicurezza del traffico autostradale, anche a fronte di eventi imprevisti, grazie all'impiego di tutte le tecnologie, le risorse e le strategie necessarie per minimizzare il disagio arrecato all'utenza da cantieri stradali.

### 3.2 Completamento dell'attività di Assessment – "Rivalutazione"

Nel corso del 2021, una volta completata per ciascuna galleria la fase di assessment e la contestuale messa in opera di tutti gli interventi in corrispondenza dei difetti "S" la Concessionaria ha proseguito, con le cadenze della consueta attività di sorveglianza (almeno trimestrale), alla rivalutazione dei difetti catalogati 3 e 3U.

Le "Linee Guida per la redazione del Piano di Sorveglianza" hanno ammesso la possibilità di una proroga di ulteriori 3 mesi del rispettivo termine di 6 e 3 mesi previsto per l' esecuzione dell' intervento in corrispondenza delle anomalie classificate come 3 o 3U. Tale eventualità è concessa qualora nel corso di un' ispezione, svolta da un ingegnere qualificato per la sorveglianza delle gallerie in data antecedente alla scadenza e con visione per contatto dell' anomalia, non siano state riscontrate evoluzioni a carico delle anomalie stesse o nuove anomalie a queste prossime e potenzialmente collegate.

Nel corso delle ispezioni trimestrali dell'anno 2021 si è operata quindi la cosiddetta "rivalutazione dei difetti 3 e 3U", in questa occasione sono stati eseguiti, 23.520 mq di intervento tipo A, 19.159 mq di interventi tipo B e 158 centine (interventi tipo C2 equivalenti a 1.894 mq).

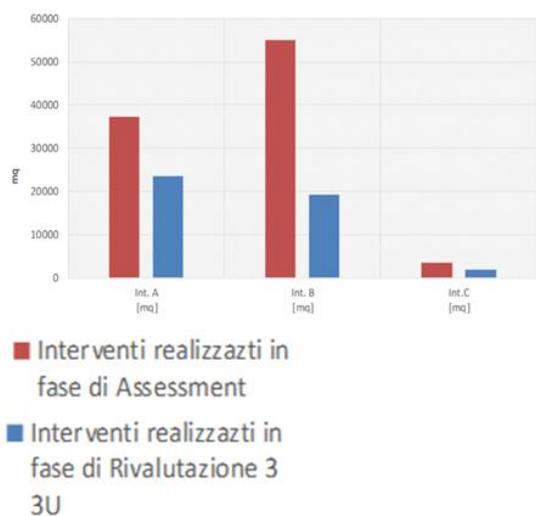


Figure 9. Confronto tra Interventi realizzati nella fase di Assessment e nella fase di "Rivalutazione"

Confrontando la mole di interventi posti in opera durante l'assessment a presidio dei difetti catalogati come S con quanto realizzato in corrispondenza dei difetti in fase di rivalutazione 3 e 3U (durante le ispezioni successive

all'assessment) si può notare come i dati siano di fatto tra loro confrontabili e non si sia registrata una rilevante diminuzione degli interventi "urgenti" da mettere in opera rispetto alla fase di assessment straordinario. Complessivamente, per la fase di rivalutazione dei difetti 3-3U, avvenuta durante le ispezioni trimestrali del III e IV trimestre 2022, sono stati installati n. 314 singole deviazioni di traffico giornaliero/notturne concentrate in 183 gg naturali e consecutivi dei quali, escludendo festività e operazioni invernali, si possono contare come "lavorativi" n. 112 gg. I dati corrispondono ad una media di circa 3 cantierizzazioni (deviazioni) per giorno lungo tutta l'autostrada dal periodo ricompreso tra luglio 2021 e dicembre 2021 (tra cui sono da ricomprendere n. 54 chiusure di tratta Assergi Colledara per la sola Galleria Gran Sasso). A questi vanno a sommarsi le deviazioni necessarie per i lavori in Galleria Roviano via destra che hanno comportato una canalizzazione dei due flussi di traffico nella via sx (60 gg).

Nella tabella sottostante si fornisce un rapido confronto tra le cantierizzazioni necessarie per completare l'assessment nell'arco temporale settembre 2020-aprile 2021 (escludendo quanto necessario per l'attività ispettiva ordinaria) rispetto a quanto necessario per effettuare, nell'ambito dell'attività ordinaria di ispezione, la rivalutazione dei difetti "3 e 3U" unitamente alla messa in opera dei presidi di sicurezza nel caso di difetto "S".

Table 3. Confronto tra impatto cantierizzazioni/giorno nei periodi di riferimento su tutta la Rete

	Rete Strada dei Parchi			
	Assessment Gallerie (settembre2020 -aprile 2021)	"Rivalutazione 3-3U"		
		III trim 2020	IV trim 2020	
gg effettivi di lavoro	165	55	57	
n. cantierizzazioni	585	180	134	
n. cantieri/giorno	3.5	3.3	2.4	

Contestualmente alla fase di ispezione e intervento è stata inoltre completata la campagna d'indagine sui rivestimenti definitivi necessaria per procedere alla rivalutazione dei difetti precedentemente classificati come 3 e 3U e alla progettazione degli interventi "specifici".

Le prove per la caratterizzazione dei materiali componenti il rivestimento definitivo sono state individuate dagli ispettori in fase di ispezione e

successivamente integrate progettista in fase back-office. Complessivamente sono state realizzate 7870 indagini: 5900 endoscopie, 1400 carotaggi con determinazione della resistenza a compressione, 190 pull out, 128 martinetti piatti e circa 700 tra georadar trasversali e tomografie impegnando costantemente 5 laboratori dal mese di settembre 2021 al mese di settembre 2022.

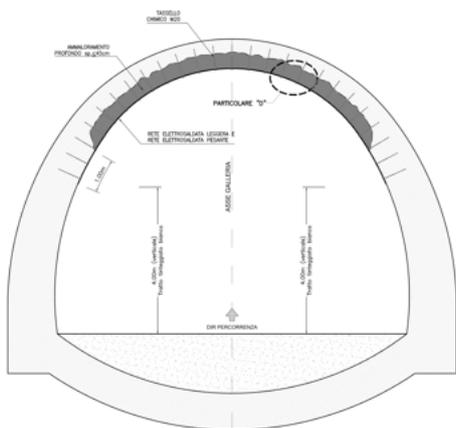
## 4 POST ASSESSMENT

### 4.1 Progettazione interventi specifici

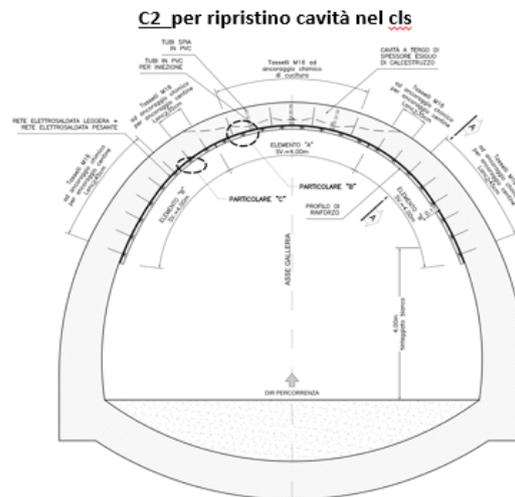
Procedendo attraverso successivi step incrementali che hanno aumentato il livello di conoscenza delle opere e la conseguente incidenza dell'azione progettuale sono stati, anche in relazioni ai risultati delle indagini svolte, individuati una serie di interventi di messa in sicurezza ricorrenti (e pertanto gestiti progettualmente come tipologici) indicati per il ripristino di ammanchi, fenomeni di degrado profondo o cavità nel calcestruzzo.

A tali interventi vanno a sommarsi gli eventuali interventi specifici più complessi necessari per sanare situazioni peculiari (come il caso della Galleria Roviano destra precedentemente affrontato).

C3 (a,b) e C4 (a,b) per ripristino ammanchi o degrado profondo

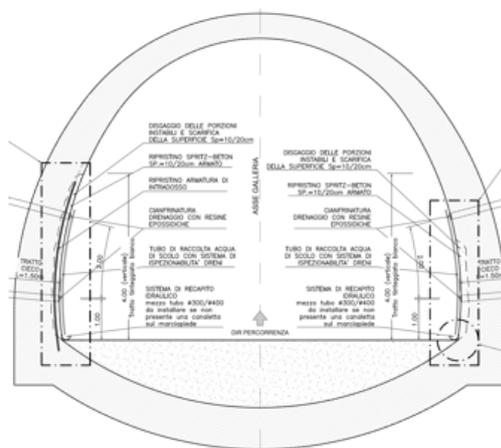


Disgaggio parti ammalorate (se necessario), ripristino ammanchi con gunita ad alta resistenza solidarizzata al rivestimento con connettori chimici, posa di doppia rete protettiva.



Posa doppia rete protettiva, posa centine metalliche appese mediante tassellatura chimica, riempimento cavità mediante pompaggio betoncino

Per ripristino ammanchi o degrado profondo sui piedritti



Disgaggio parti ammalorate (se necessario), ripristino mediante spritz-beton armato con rete elettrosaldata

Figure 10, Interventi tipologici "specifici"

### 4.2 Programmazione delle Priorità di intervento

Quanto sopra premesso, sorge quindi l'esigenza di dotarsi di un programma di interventi per consentire una efficace programmazione di risorse, mezzi e cantierizzazioni che garantisca una distribuzione dello sforzo operativo in un arco temporale compatibile con le caratteristiche della rete e dei difetti riscontrati e consideri debitamente l'impatto che i lavori e le relative cantierizzazioni possono arrecare in termini di incremento del rischio.

La Concessionaria ha pertanto studiato l'applicabilità un criterio che consenta di prioritizzare gli interventi in funzione, in primis, delle evidenze dell'assessment condotto. Lo stesso criterio potrà fungere quindi quale base da

affinare ed implementare anche in relazione ai prossimi indirizzi normativi.

Completata la fase di assessment è stata dapprima studiata a livello statistico la distribuzione in termini percentuali dell'incidenza di difetti 3, 3U e S nelle gallerie osservando come il tratto di A24 che congiunge Roma e Torano con i suoi 13 km di gallerie possa ritenersi significativo dal punto di vista della diffusione delle difettosità più gravi.

Analizzate le difettosità principali si è quindi impostato un criterio di classificazione delle priorità di intervento.

Sono stati definiti, sulla base delle evidenze dell'esperienza maturata in fase di assessment e in fase progettuale da parte di Strada dei Parchi, i difetti più ricorrenti (che vanno dall'ammaloramento del cls all'identificazione di cavità a tergo del rivestimento e alla presenza di quadri fessurativi diffusi) e i relativi livelli di gravosità per i quali sono stati concepiti gli interventi tipologici di messa in sicurezza sopra descritti (C2, C3, C4, I).

Associando ai livelli di difettosità i relativi coefficienti pesati di intensità ed estensione è stato possibile ottenere un primo rating dei singoli conci di ciascuna galleria. Ciò avviene determinando un valore numerico che, per le ipotesi assunte, può ritenersi rappresentativo dello stato di consistenza del singolo concio.

1. **PESO G:** valutazione dello scenario del comportamento statico dell'arco di galleria
2. **INTENSITA' K1:** valutazione della probabilità di accadimento dell'effetto conseguente alla difettosità
3. **ESTENSIONE K2:** Intesa come superficie (mq) attribuita al difetto
4. **ACQUA K<sub>wet</sub>:** coefficiente amplificativo che ha valore 1.1 in presenza di acqua nell'area interessata e 1 in assenza di acqua

$$Rg \text{ (Rating galleria)} = \text{Max Rating Singolo Concio} = \frac{[\sum(G * K_1 * K_2) * K_{wet}]}{A_c}$$

	Difettosità	Difettosità	Intensità (k1)	Estensione	G	
AMMALORAMENTO CLS	A1_A	< 5%	1	1	2	2
	A1_B	5% < x < 10%	1	1	2	2
	A1_C	10% < x < 25%	1	1	2	2
	A2_A	25% < x < 50%	2	1	2	4
	A2_B	> 50%	3	1	2	6
CAVITA' E SOTTOSPESSORI	B1	S <sub>0</sub> > S <sub>0,RCOG</sub>	1	1	3	3
	B2	30% < S <sub>0</sub> < S <sub>0,RCOG</sub>	2	1	3	6
	B3	S <sub>0,RCOG</sub> > 30	3	1	3	9
STATI LESIONATIVI PERSISTENTI	C	Formazione di blocchi potenzialmente instabili	2	1	3	6
COMBINAZIONI DI AMMALORAMENTI CLS, CAVITA' E SOTTOSPESSORI	D	Aree estese di difetti combinati che rendono instabili porzioni estese di rivestimento	3	1	3	12

Figure 11, Rating galleria

L'affidabilità del criterio è stata quindi tarata sulle gallerie della A24 (omogenee per contesto geologico, epoca costruttiva). Utilizzando quale campione significativo quello delle gallerie della A24 (nel tratto da Roma a Torano) e applicando il criterio precedentemente descritto il valore di rating maggiore si ottiene per la Galleria Roviano via sx. Tale risultato si basa sull'analisi di tutti i dati raccolti in fase di ispezione approfondita e di successivo approfondimento progettuale e conferma su base analitica quanto intuitivamente riscontrato nel corso dell'ispezione approfondita.

Le criticità riguardanti la Galleria Roviano, come già in precedenza descritto, sono state risolte a ridosso della fase di assessment con un intervento specifico di sottarco che ha riguardato proprio i conci dl 27 al 32.

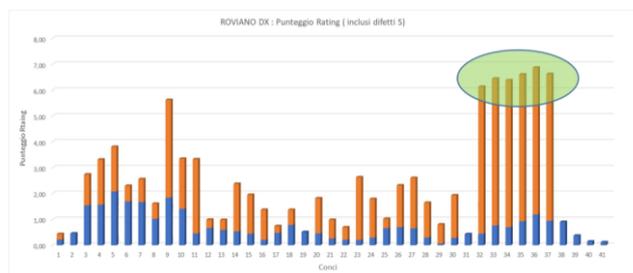


Figure 12, punteggio rating Galleria Roviano

Per come concepito, il criterio numerico studiato può fornire alla concessionaria un primo strumento da impiegare in fase di programmazione o comunque un indicatore immediato per l'individuazione degli interventi prioritari e potrebbe inoltre essere implementato, in aderenza ai prossimi indirizzi normativi, anche con considerazione di ordine trasportistico e stradale, per una gestione ancora più efficace della programmazione degli interventi.

Infine, si riportano di seguito alcune considerazioni in esito all'esperienza di Strada dei Parchi tradotte in una proposta di indirizzo basatasi sull'esperienza di assessment e sulle analisi di carattere ingegneristico/strutturale condotte con gli specialisti che hanno affiancato la Concessionaria:

- Il modello di calcolo del rating applicato sul campione del tratto della A24 che congiunge Roma a Torano (omogeneo nelle sue caratteristiche di costruzione, epoca di costruzione, e condizioni al contorno geologiche/geomorfologiche) ha dimostrato un'attendibilità nell'individuare le priorità delle difettosità

(e quindi degli interventi) riscontrate in sede di assessment.

- Le analisi delle gallerie basate su tale criterio di difettosità possono consentire una individuazione immediata dei conci sui quali risulta prioritario intervenire.
- Un'analisi di questo tipo, oltre alla identificazione ingegneristica delle priorità, potrebbe diventare uno strumento per i concessionari sul quale basare la programmazione degli interventi combinandosi con le specifiche criticità legate alla gestione dell'esercizio.
- Attività di assesment, manutenzione ed intervento con carattere ciclico e vincolate temporalmente in intervalli poco flessibili ed eccessivamente ravvicinati rispetto ai tempi di evoluzione dei difetti hanno impatti non trascurabili sulla gestione dell'esercizio. Per quanto osservato durante l'assessment condotto da Strada dei Parchi, è auspicabile che tali impatti trovino una necessaria adeguata valutazione e valorizzazione nell'ambito dei prossimi sviluppi normativi.