



Ministero delle infrastrutture e dei trasporti

RELAZIONE D'INDAGINE

**COLLISIONE CONTRO MASSO SULLA SEDE FERROVIARIA
E SUCCESSIVO DERAGLIAMENTO DEL TRENO N. 1917 DI TRENORD
PRESSO CEDEGOLO, LINEA BRESCIA-ISEO-EDOLO
IN DATA 1° DICEMBRE 2021
(IDENTIFICATIVO ERAIL: IT-10168)**

23 novembre 2022

Premessa

L'attività della DiGIFeMa ha come unico obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti futuri, individuando le cause tecniche che hanno generato l'evento e formulando eventuali raccomandazioni di sicurezza agli operatori del settore.

Ai sensi dell'art. 21, c.4, del D. Lgs. 50/2019, l'indagine non è sostitutiva di quelle che potrebbero essere svolte in merito dall'Autorità Giudiziaria e non mira in alcun caso a stabilire colpe o responsabilità.

Ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs. 50/2019, la relazione e le relative raccomandazioni di sicurezza non costituiscono in alcun caso una presunzione di colpa o responsabilità per un incidente o inconveniente, nell'ambito dei procedimenti dell'Autorità Giudiziaria.

La presente relazione d'indagine è stata redatta secondo quanto previsto dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2020/572 della Commissione del 24 aprile 2020, relativo al formato da seguire nelle relazioni d'indagine su incidenti e inconvenienti ferroviari.

È possibile riutilizzare gratuitamente questo documento (escluso il logo della DiGIFeMa), in qualsiasi formato o supporto. È necessario che il documento sia riutilizzato con precisione e non in un contesto fuorviante. Il materiale deve essere riconosciuto come proprietà intellettuale del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, Direzione Generale per le investigazioni ferroviarie e marittime e deve essere sempre riportato il titolo della pubblicazione di origine.

Dove sia stato identificato materiale il cui copyright appartiene a terze parti, si dovrà ottenere l'autorizzazione da parte dei titolari di copyright interessati.

Questo documento è disponibile su digifema.mit.gov.it

Indice

1. Sintesi	7
2. Indagine e relativo contesto	12
2.1. Decisione di avviare l’indagine	12
2.2. Motivazione della decisione di avviare l’indagine	13
2.3. Portata e limiti dell’indagine	13
2.4. Capacità tecniche e funzionali della squadra investigativa	13
2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti	13
2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti	14
2.7. Metodi e tecniche di indagine.....	14
2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell’indagine	15
2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie.....	15
2.10. Altre informazioni	15
3. Descrizione dell’evento	15
3.1. Informazioni sull’evento e sul contesto.....	15
3.1.1. Descrizione e tipologia dell’evento	15
3.1.2. Data, ora e luogo dell’evento	16
3.1.3. Descrizione del luogo dell’evento, condizioni meteorologiche e geografiche, eventuali lavori in corso	18
3.1.4. Decessi, lesioni e danni materiali	19
3.1.5. Altre conseguenze.....	20
3.1.6. Persone e soggetti coinvolti	20
3.1.7. Materiale rotabile	20
3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento	21
3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti.....	21
3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l’evento	21
3.2.2. Catena di avvenimenti a partire dal verificarsi dell’evento	23
4. Analisi dell’evento	23
4.1. Ruoli e mansioni.....	24
4.1.1. Impresa ferroviaria e gestore dell’infrastruttura	24
4.1.2. Soggetto responsabile della manutenzione	27
4.1.3. Fabbricante o fornitore di materiale rotabile	27
4.1.4. Autorità nazionali e/o Agenzia dell’Unione Europea per le ferrovie	27
4.1.5. Organismi notificati	28
4.1.6. Organismi certificati	28
4.1.7. Altra persona o soggetto interessato dall’evento	28
4.2. Materiale rotabile e impianti tecnici.....	28

4.2.1. Progettazione	28
4.2.2. Installazione e messa in servizio	28
4.2.3. Fabbricanti o altri fornitori	28
4.2.4. Manutenzione o modifica del materiale rotabile o degli impianti tecnici	28
4.2.5. Soggetto Responsabile della Manutenzione	28
4.3. Fattori umani	29
4.3.1. Caratteristiche umane e individuali	29
4.3.2. Fattori legati al lavoro	30
4.3.3. Fattori e incarichi organizzativi	30
4.3.4. Fattori ambientali	30
4.4. Meccanismi di feedback e controllo	31
4.4.1. Quadro normativo e disposizioni	31
4.5. Eventi precedenti di carattere analogo	31
5. Conclusioni	32
5.1. Sintesi dell'analisi e conclusioni in merito alle cause dell'evento	32
5.2. Misure adottate dopo l'evento	33
5.3. Osservazioni aggiuntive	38
6. Raccomandazioni in materia di sicurezza	38

Sigle e Acronimi

ACCM	Apparato Centrale Computerizzato Multistazione
ACEI	Apparato Centrale Elettrico a Itinerari
ACPF	Apparecchiatura Computerizzata Prova Freno
AdC	Agente di Condotta
AG	Autorità Giudiziaria
ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie
ANSFISA	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali
ATP	Automatic Train Protection
AV	Alta Velocità
BAcc	Blocco Automatico a correnti codificate
Bca	Blocco conta assi
BM	Banco di Manovra
CdB	Circuito di Binario
CG	Condotta Generale
CT	Capo Treno
CTC	Controllo del Traffico Centralizzato
CTP	Consulente Tecnico di Parte
CTU	Consulente Tecnico d'Ufficio
CUM	Capo Unità Manutentiva
CVR	Comunicazioni Verbali Registrate
DCCM	Dirigente Centrale Coordinatore Movimento
DCE	Dirigente Centrale Esercizio
DCO	Dirigente Centrale Operativo
DE	Disposizione d'Esercizio
DEIF	Disposizione d'Esercizio Impresa Ferroviaria
DiGIFeMa	Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime
DM	Dirigente Movimento
DTP	Direzione Territoriale Produzione
ERA	European union Agency for Railways
ERAIL	European Railway Accident Information Links
ERTMS	European Rail Traffic Management System
FL	Fascicolo Linea
GI	Gestore dell'Infrastruttura
IF	Impresa Ferroviaria
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Traffic Control System
ETR	Elettro Treno Rapido
MIMS	Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili
OC	Opere Civili
OdS	Ordine di Servizio
PdC	Personale di Condotta
PL	Passaggio a Livello
PM	Pubblico Ministero
POLFER	Polizia Ferroviaria
PRI	Primo Rapporto Informativo
RCE	Registratore Cronologico degli Eventi
RdC	Regolatore della Circolazione
REC	Riscaldamento Elettrico Carrozze

RIN	Registro di Immatricolazione Nazionale
ROE	Responsabile Operativo Emergenza
SAMAC	Sistema di Acquisizione e Mantenimento delle Competenze
SCMT	Sistema di Controllo della Marcia del Treno
SIDAC	Simulatore Dinamico di Addestramento alla Condotta
SGI	Sistema di Gestione Integrato
SGS	Sistema di Gestione della Sicurezza
smt	senso di marcia del treno
SPAD	Signal Passed At Danger
SRM	Soggetto Responsabile della Manutenzione
SSB	Sotto Sistema di Bordo
SSC	Sistema Supporto Condotta
SST	Sotto Sistema di Terra
TCMS	Train Control & Management System
TE	Trazione Elettrica
UC	Unità Circolazione
WGS84	World Geodetic System
ZTE	Zona Tachigrafica Elettronica

1. Sintesi

Il giorno 1° dicembre 2021, alle ore 6:14 circa, il treno regionale passeggeri n.1917 dell'impresa ferroviaria TRENORD, composto da due automotrici (ALn 668-144 + ALn 668-131), partito da Edolo alle ore 5:54 (primo treno del mattino), ha urtato contro un masso di grandi dimensioni che si era staccato, in un tempo non precisato tra la notte del 30 novembre e la mattina del 1° dicembre, dalla parete rocciosa sopra l'imbocco lato nord (Edolo) della galleria Sellero 4-5, lungo la linea Brescia – Iseo – Edolo in alta Valle Camonica (Brescia) gestita da FERROVIENORD.

L'evento si è verificato al km 87+752 in prossimità dell'ingresso della galleria Sellero 4-5, lunga 139 metri, della tratta Forno Allione - Cedegolo in quanto il masso si è staccato dalla zona sovrastante l'imbocco della galleria stessa collocandosi sull'infrastruttura ferroviaria (massicciata).

Il macchinista, accortosi della presenza del masso sui binari, ha azionato la frenatura rapida, ma non è riuscito ad evitare l'impatto.

A seguito dell'urto contro il masso, la prima automotrice in composizione al treno è deragliata, si è sollevata sul masso entrando in collisione con la volta della galleria Sellero 4-5 terminando la corsa alcuni metri all'interno della galleria. L'urto e il sollevamento della prima automotrice (ALn 668-144) ha provocato la rottura della composizione facendo deragliare anche la seconda automotrice (ALn 668-131).

A bordo delle due automotrici erano presenti l'agente di condotta, il capotreno dell'impresa ferroviaria TRENORD e n. 8 passeggeri; non si sono registrati né decessi né feriti. Tuttavia, sono stati rilevati considerevoli danni ai due veicoli coinvolti e all'infrastruttura ferroviaria.

Sul posto sono intervenute le squadre di soccorso dei Vigili del Fuoco, il soccorso sanitario (AREU – Azienda Regione Emergenza Urgenza) e la Polfer. Inoltre, sono intervenuti i tecnici di FERROVIENORD e TRENORD.

I passeggeri sono stati evacuati e successivamente sono state intraprese le attività di messa in sicurezza dei veicoli e del versante al fine di consentire l'esecuzione dei successivi rilievi.

A seguito dell'evento, la circolazione tra Edolo e Cedegolo è stata sospesa e sulla tratta è stato istituito un servizio sostitutivo tramite autobus. In Figura 1 è riportato uno schema semplificato del luogo dove si è verificato l'evento.

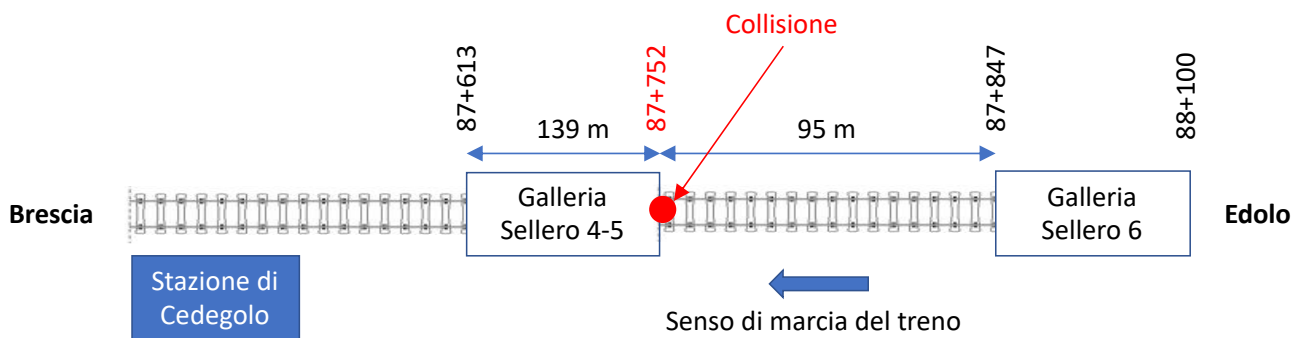


Figura 1 – Rappresentazione schematica del luogo dell'evento; non in scala (fonte: DiGIFeMa)

In Figura 2 e Figura 3 si riporta la prima vettura del treno, ALn 668 -144, coinvolta nell'evento. Le due immagini sono state scattate dalla Commissione d'indagine durante il sopralluogo effettuato in data 10/12/2021.



Figura 2 – Prima vettura del treno in direzione Brescia; fronte dell'Automotrice ALn 668 -144 dopo lo scavalco del masso e lo svio. (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 10/12/2021).



Figura 3 – Prima vettura del treno; retro dell'Automotrice ALn 668 -144 dopo lo scavalco del masso e lo svio. In basso a sinistra corre il fiume Oglio mentre si osserva nella parte alta dell'ingresso galleria la zona del distacco del masso (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 10/12/2021).

In Figura 4 si osserva il carrello della prima vettura del treno, ALn 668 -144, coinvolta nell'evento. In particolare, si evince l'impatto della vettura contro il masso e il rilascio di liquidi dal motore.



Figura 4 – Carrello posteriore dell'Automotrice ALn 668 -144 e rilascio di liquidi dal motore (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 10/12/2021).

La Figura 5 illustra il carrello posteriore dell'Automotrice ALn 668 -144. È possibile osservare le attività di messa in sicurezza del veicolo che hanno previsto anche la stabilizzazione del carrello mediante idoneo materiale posizionato sull'armamento.

In Figura 6 si osserva l'impatto contro il masso dell'apparato motore della prima vettura.

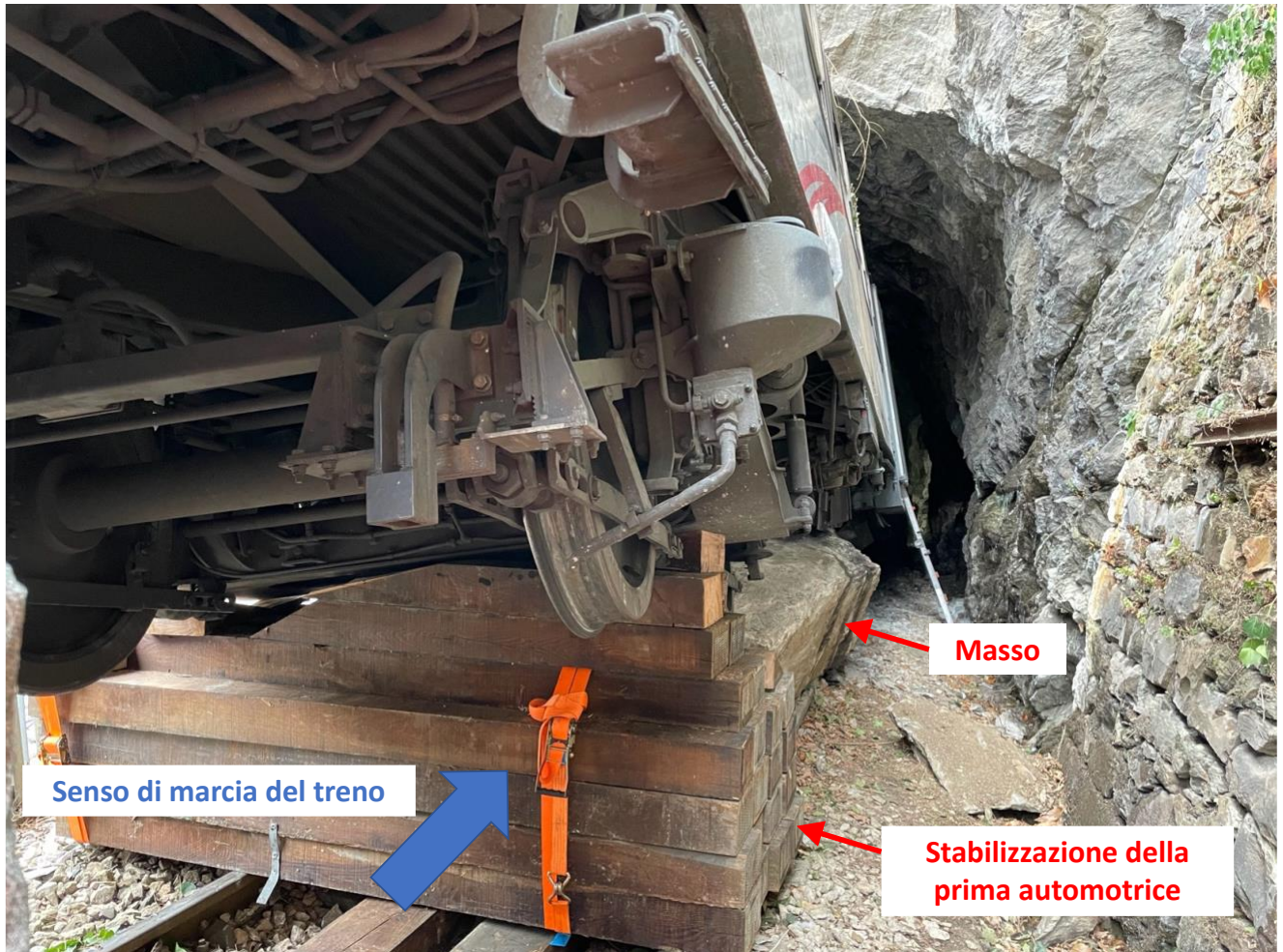


Figura 5 – Carrello posteriore dell’Automotrice ALn 668 -144. Le attività di messa in sicurezza hanno previsto anche la stabilizzazione del carrello mediante idoneo materiale posizionato sull’armamento (fonte: Commissione d’indagine - sopralluogo del 10/12/2021).



Figura 6 – Impatto del motore e delle componenti meccaniche dell’Automotrice ALn 668 -144 contro il masso. A destra un ingrandimento della zona cerchiata in rosso (fonte: Commissione d’indagine - sopralluogo del 10/12/2021).

In Figura 7 si osserva l’impatto dell’Automotrice ALn 668 -144, prima vettura del treno coinvolta nell’evento contro l’ingresso della galleria a seguito del sopralzo e dello svio. La zona di distacco del masso (cerchio rosso) è compresa tra la volta e la rete paramassi.

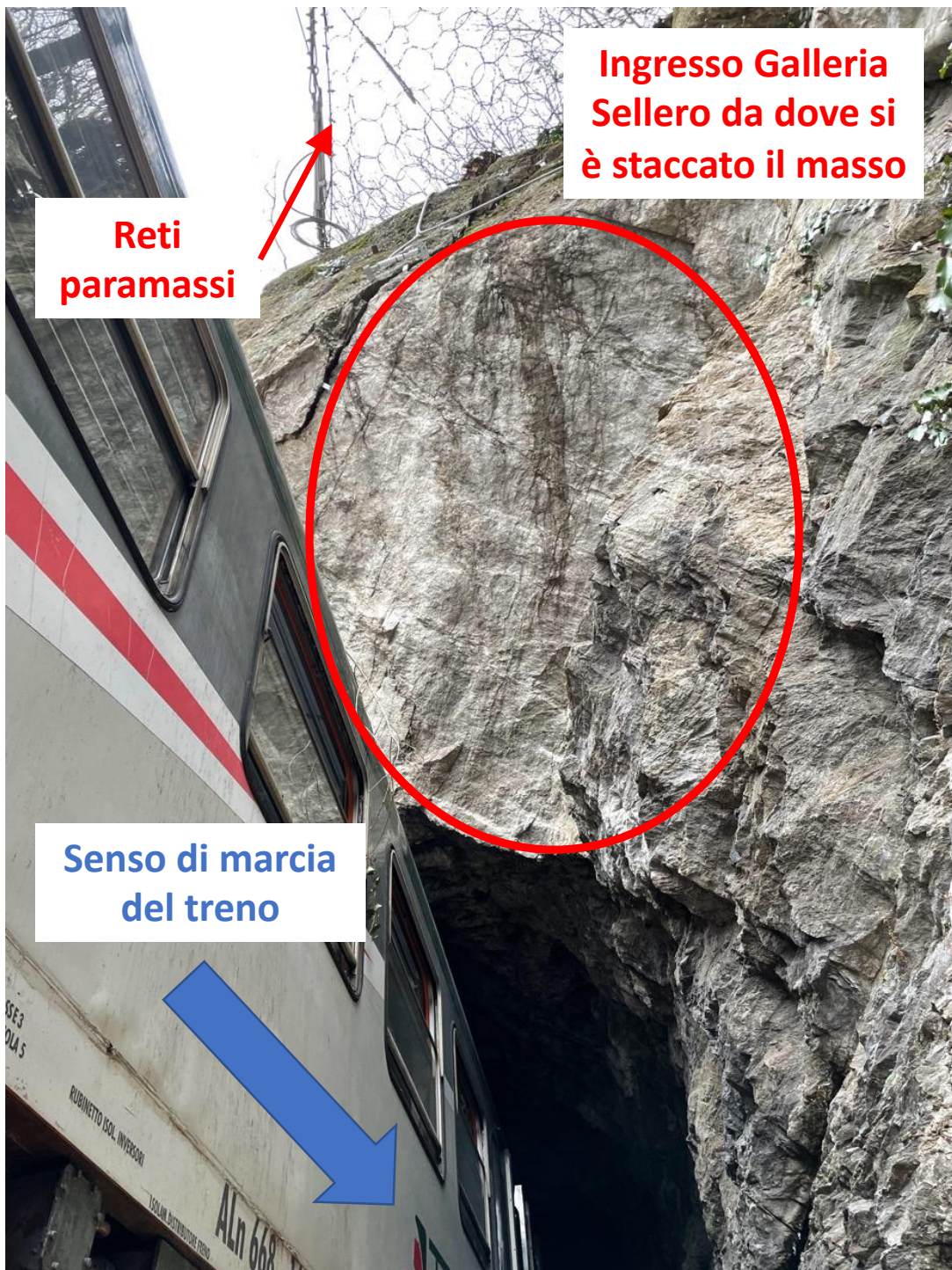


Figura 7 – Impatto dell’Automotrice ALn 668 -144 contro l’ingresso della galleria a seguito del sopralzo e dello svio. Si osserva la presenza di reti paramassi immediatamente sopra la zona del distacco del masso (fonte: Commissione d’indagine - sopralluogo del 10/12/2021).

La Figura 8 illustra l’ingresso della galleria Sellero lato Brescia; il primo tratto di galleria in direzione Edolo è caratterizzato dalla presenza di una galleria paramassi.



Figura 8 – Ingresso e interno della galleria Sello interessata dall’evento. L’ingresso lato Brescia in direzione Edolo è caratterizzato dalla presenza di una galleria paramassi (fonte: Commissione d’indagine - sopralluogo del 10/12/2021).

Al fine di eseguire l’indagine, la commissione ha organizzato i seguenti incontri tecnici:

- 10/12/2021: sopralluogo in cui erano presenti tecnici di TRENORD e FERROVIENORD con l’obiettivo di visionare il luogo dell’evento e i veicoli coinvolti. Nel corso del sopralluogo sono stati inoltre valutati gli aspetti dei versanti rocciosi. In quella sede è stata ricostruita la dinamica dell’evento stesso. Alla data del sopralluogo, la linea era posta sotto sequestro dalla Procura di Brescia.
- 23/12/2021: riunione, presso la sede di TRENORD a Milano (stazione Porta Garibaldi), della Commissione nel corso della quale sono stati intervistati il personale di condotta (PdC) e il DCO con l’obiettivo di conoscere i fatti dell’evento.
- 10/02/2022: incontro tecnico presso gli uffici di FERROVIENORD a Milano (stazione Cadorna) con i rappresentanti delle due Società coinvolte al fine di valutare congiuntamente la documentazione richiesta e predisposta dalle stesse Società.
- 10/03/2022: incontro tecnico effettuato presso gli uffici di FERROVIENORD alla stazione di Saronno (VA) con i rappresentanti di FERROVIENORD al fine di chiedere delucidazioni in merito alla documentazione richiesta e acquisita.
- 01/06/2022: sopralluogo, in cui erano presenti i referenti di FERROVIENORD, con l’obiettivo di visionare le opere e i dispositivi di sicurezza in fase di installazione nella tratta interessata.

2. Indagine e relativo contesto

2.1. Decisione di avviare l’indagine

Visti i Primi Rapporti Informativi (acquisiti in banca dati SIGE con n. RF20211201.2510 e n. RF20211201.2512) trasmessi in data 01/12/2021 dall’impresa ferroviaria TRENORD e dal gestore dell’infrastruttura FERROVIENORD, con i quali si comunicava l’incidente avvenuto in data 01/12/2021 presso Cedegolo che ha causato considerevoli danni all’infrastruttura ferroviaria e al materiale rotabile, nonché le notizie diffuse dagli organi di stampa, e considerata l’opportunità di procedere allo svolgimento di un’indagine in merito all’incidente, stante l’interruzione della linea e gli ingenti danni stimati nell’immediatezza di circa 2.000.000 di Euro, l’Organismo Investigativo ha ritenuto necessario avviare un’indagine di sicurezza nominando, con decreto n. 2297 del 7/12/2021, la scrivente Commissione per accertare le cause dell’incidente.

2.2. Motivazione della decisione di avviare l'indagine

In considerazione dell'ammontare dei danni subiti dall'infrastruttura ferroviaria e dal materiale rotabile a seguito dell'incidente, l'indagine è stata avviata ai sensi dell'art. 21, comma 1, del Decreto Legislativo n. 50/2019, che ne stabilisce l'obbligo in caso di incidenti gravi¹.

2.3. Portata e limiti dell'indagine

Come già riportato in premessa, l'attività della DiGIFeMa ha come obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti futuri. L'indagine ha lo scopo di individuare i fattori causali e concausali che hanno generato l'evento, si conclude con le raccomandazioni di sicurezza destinate agli operatori del settore ed è condotta in modo indipendente dall'inchiesta dell'Autorità Giudiziaria.

La relazione, che non può essere utilizzata per attribuire colpe o responsabilità per quanto accaduto, è limitata al seguente evento (come riportato nel Decreto d'incarico): "accertamento delle cause dell'incidente avvenuto il 01/12/2021 consistente nella collisione contro massi sulla sede ferroviaria e successivo deragliamento del treno n. 1917 di Trenord all'ingresso della galleria Sellero 4-5, presso Cedegolo, sulla linea Brescia-Iseo-Edolo".

2.4. Capacità tecniche e funzionali della squadra investigativa

Previa verifica dei requisiti di indipendenza dalle parti coinvolte e di assenza di conflitti di interesse o di incompatibilità, l'incarico dell'investigazione è stato affidato (con decreto n. 2297/2021) all' Ing. Emanuele Abbasciano, dirigente della divisione preposta alle investigazioni ferroviarie della Direzione generale per le investigazioni ferroviarie e marittime, e al Prof. Ing. Fabio Borghetti del Politecnico di Milano esperto di normativa e sicurezza ferroviaria.

2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti

Nel corso dell'indagine la Commissione ha avuto modo di consultare ed interloquire con:

- il personale dell'impresa ferroviaria TRENORD, gestore del materiale rotabile di proprietà di Regione Lombardia e dato in concessione a FERROVIENORD. Nel caso delle due automotrici coinvolte nell'evento, la concessione del materiale rotabile è data direttamente da FERROVIENORD a TRENORD;
- il personale di FERROVIENORD, gestore del tratto di infrastruttura su cui si è verificato l'evento.

In particolare, in data 23/12/2021, la Commissione ha auditato in presenza, presso gli uffici di TRENORD a Milano (stazione Porta Garibaldi), il personale di condotta del treno e il DCO.

Inoltre, in data 10/02/2022 la Commissione si è riunita in presenza presso gli uffici di FERROVIENORD a Milano (stazione Cadorna) con i rappresentanti delle due Società coinvolte al fine di valutare congiuntamente la documentazione a suo tempo richiesta e predisposta dalle due Società.

In data 10/03/2022 è stato organizzato altresì un incontro con il personale di FERROVIENORD presso gli uffici di Saronno (VA) al fine di acquisire ulteriori elementi di approfondimento sulla documentazione ricevuta relativa alla manutenzione dei veicoli coinvolti e alle indagini effettuate sulla linea interessata dall'evento.

¹ Incidente grave: qualsiasi collisione ferroviaria o deragliamento di treni che causa la morte di almeno una persona oppure il ferimento grave di cinque o più persone oppure seri danni al materiale rotabile, all'infrastruttura o all'ambiente, nonché qualsiasi altro incidente con le stesse conseguenze avente un evidente impatto sulla regolamentazione della sicurezza ferroviaria o sulla gestione della stessa; per "seri danni" si intendono i danni il cui costo totale può essere stimato immediatamente dall'organismo investigativo in almeno 2 milioni di euro.

2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti

Il personale di condotta, il DCO, il gestore della rete (FERROVIENORD) e l'impresa ferroviaria (TRENORD) hanno mostrato il massimo livello di cooperazione e collaborazione fornendo informazioni e materiale utili all'indagine.

Le persone intervistate non vengono nominate con le proprie generalità ma nella relazione vengono identificate con riferimento alle proprie mansioni all'interno dell'organizzazione.

2.7. Metodi e tecniche di indagine

La Commissione ha eseguito il proprio mandato mediante:

- sopralluogo sul sito dell'evento per visionare, nell'immediatezza, i luoghi, l'infrastruttura, gli impianti ed il materiale rotabile coinvolto nell'incidente;
- analisi documentale, a partire dai Primi Rapporti Informativi redatti dal gestore dell'infrastruttura FERROVIENORD e dall'impresa ferroviaria TRENORD, fino alle relazioni d'indagine redatte dalle commissioni interne delle suddette Aziende;
- ispezione del materiale rotabile coinvolto nell'incidente con valutazione dell'operato svolto dal personale di condotta;
- interviste al personale dell'impresa ferroviaria e del gestore dell'infrastruttura;
- analisi delle zone tachigrafiche elettroniche;
- sopralluogo sul sito dell'evento per visionare l'attività di installazione delle misure e dei dispositivi di sicurezza adottati a seguito dell'evento.

Inoltre:

1. in data 10/12/2021, la Commissione di indagine ha effettuato il primo sopralluogo nel corso del quale ha avuto modo di visionare il luogo dell'incidente, il materiale rotabile coinvolto e di prendere contatto con le parti interessate (FERROVIENORD, TRENORD) al fine di acquisire le necessarie informazioni. Il sopralluogo ha consentito di valutare, per quanto possibile e con la sola ispezione visiva, lo stato della roccia costituente la galleria e le condizioni dei versanti. È stato possibile visionare la condizione del materiale rotabile a seguito dell'impatto contro il masso. Durante il sopralluogo sono state effettuate misurazioni e scattate foto. Al termine del sopralluogo è stato redatto specifico verbale che è stato inviato ai partecipanti.
2. In data 23/12/2021 la Commissione ha incontrato il personale di condotta del treno coinvolto e il DCO. La riunione si è tenuta presso gli uffici di TRENORD, stazione Porta Garibaldi (Milano). Inizialmente c'è stato un momento descrittivo dei fatti da parte degli intervenuti e successivamente la Commissione ha intervistato singolarmente ciascuno dei tre soggetti. Successivamente la Commissione ha predisposto una richiesta di documenti e rapporti tecnici che è stata inviata all'impresa ferroviaria TRENORD e al gestore FERROVIENORD. L'acquisizione dei documenti ha consentito alla Commissione di avviare l'istruttoria per la redazione della presente relazione.
3. In data 01/06/2022 la Commissione di indagine si è recata sul posto dell'evento ed ha effettuato un secondo sopralluogo, nel corso del quale ha avuto modo di visionare lo stato di avanzamento delle attività e dei lavori relativi alla messa in sicurezza della galleria e della tratta interessata. Durante il sopralluogo è stato possibile visionare i dispositivi di sicurezza installati per monitorare il versante e l'eventuale caduta di materiale sulla massicciata. Inoltre, è stato possibile visionare l'attività di rinforzo della galleria.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, in data 10/02/2022 la Commissione si è riunita in presenza presso gli uffici di FERROVIENORD a Milano (stazione Cadorna) con i rappresentanti delle due Società coinvolte al fine di conoscere e valutare congiuntamente la documentazione a suo tempo richiesta e predisposta dalle stesse Società. Anche in data 10/03/2022 è stato organizzato un incontro con il personale di FERROVIENORD presso gli uffici di Saronno (VA) al fine di acquisire ulteriori approfondimenti sulla documentazione ricevuta.

2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell'indagine

L'attività investigativa della scrivente Commissione non ha incontrato difficoltà nello svolgere le attività. I luoghi e il materiale rotabile coinvolto erano nella disponibilità dei rispettivi gestori e non ci sono state difficoltà nell'effettuare ispezioni e sopralluoghi.

2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie

Ai fini delle attività condotte dalla Commissione di indagine non c'è stato motivo di interagire con gli organi inquirenti in quanto i luoghi e i mezzi erano disponibili e accessibili alle date dei sopralluoghi.

2.10. Altre informazioni

Dall'incontro tecnico svoltosi in data 10/02/2022 con i referenti di TRENORD e FERROVIENORD è emerso che sono in corso attività di progettazione di sistemi di protezione finalizzati alla messa sicurezza del versante interessato dall'evento.

Tali opere sono in corso di progettazione da parte di FERROVIENORD.

Per quanto riguarda l'attività istruttoria, la Commissione di indagine ha richiesto e acquisito la seguente documentazione:

- Documento da FERROVIENORD prot. 1072 del 03/02/2022. Prot. DIGIFEMA 208 del 04/02/2022;
- Documento da FERROVIENORD prot. 1441 del 16/02/2022. Prot. DIGIFEMA 322 del 16/02/2022;
- Documento da ANSFISA prot. 7312 del 24/02/2022. Prot. DIGIFEMA 382 del 24/02/2022;
- Documento da TRENORD prot. 3006 del 08/03/2022. Prot. DIGIFEMA 494 del 08/03/2022;
- Documento da FERROVIENORD 2408 del 16/03/2022. Prot. DIGIFEMA 566 del 16/03/2022.

3. Descrizione dell'evento

3.1. Informazioni sull'evento e sul contesto

3.1.1. Descrizione e tipologia dell'evento

Il giorno 1° dicembre 2021, alle ore 6:14 circa, il treno regionale n. 1917, primo treno del mattino dell'impresa ferroviaria TRENORD, partito da Edolo (provincia di Brescia) alle ore 5:54 ha urtato un masso di grandi dimensioni ed altri detriti in prossimità dell'ingresso in galleria Sellero 4-5. Oltre all'agente di condotta e al capotreno, sulle due vetture erano presenti n. 8 viaggiatori.

L'impatto e il conseguente svio si è verificato al km 87+752 della linea Brescia-Iseo-Edolo, in alta Valle Camonica, nella tratta Forno Allione - Cedegolo, nei pressi della stazione di Cedegolo.

L'evento consiste nell'urto del materiale rotabile con un ostacolo esterno costituito da un grosso masso franato sulla ferrovia dalla zona del versante roccioso costituente l'imbocco della galleria Sellero 4-5.

Il treno regionale passeggeri n. 1917 coinvolto nell'evento era composto da due automotrici:

- primo veicolo ALn 688-144, identificato dal NEV 95 83 4 668 981-2
- secondo veicolo ALn 668-131 identificato dal NEV 95 83 4 668 994-5.

Informazioni sull'evento:

- il treno procedeva verso la stazione di Cedegolo a una velocità di circa 40 km/h;
- l'ostacolo è stato avvistato a una distanza di circa 30m - 40m;
- la lettura della zona tachigrafica conferma che la frenatura è stata attivata a circa 37 km/h e che l'impatto contro il masso è avvenuto a circa 12 km/h;
- conseguentemente all'impatto, la prima automotrice si è sollevata sovrastando il masso stesso;
- la linea non è elettrificata, ha regime di circolazione con blocco conta assi e dispositivi di sicurezza a terra SSC - Sistema Supporto Condotta;
- non ci sono stati feriti e decessi ma solo danni al materiale rotabile e all'infrastruttura;
- l'evento ha comportato lo sversamento di circa 350 litri di gasolio;
- la rimozione del convoglio oggetto della collisione è stata completata il giorno 29/12/2021.

3.1.2. Data, ora e luogo dell'evento

L'evento si è verificato il giorno 1° dicembre 2021, alle ore 6:14. Il treno coinvolto è il treno regionale passeggeri n. 1917 dell'impresa ferroviaria TRENORD, partito da Edolo, in Lombardia, provincia di Brescia, alle ore 5:54 (primo treno del mattino) e diretto a Brescia.

La progressiva dove si è verificata la collisione è il km 87+752 della linea Brescia-Iseo-Edolo, in alta Valle Camonica, nella tratta Forno Allione - Cedegolo, nei pressi della stazione di Cedegolo, in corrispondenza della galleria Sellero 4-5 di lunghezza pari a 139 metri come si evince in Figura 9.

Le coordinate in WGS84 (World Geodetic System 1984) di inizio e fine della galleria di Sellero 4-5 sono:

- inizio 46.07962, 10.34628
- fine 46.08068, 10.34534.

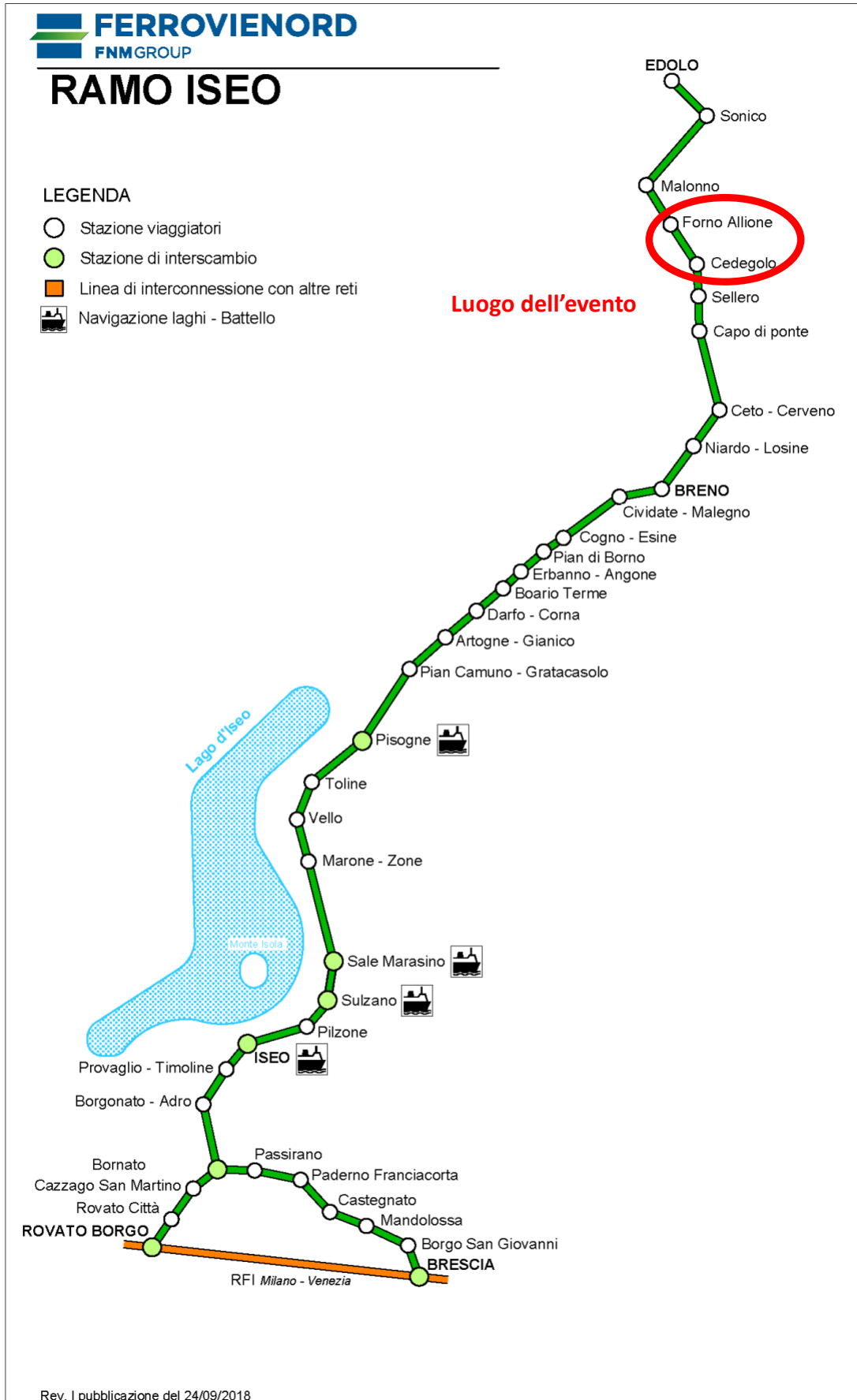


Figura 9 – Mappa della rete FERROVIENORD – Ramo Iseo (fonte: FERROVIENORD); in rosso la tratta di interesse.

3.1.3. Descrizione del luogo dell'evento, condizioni meteorologiche e geografiche, eventuali lavori in corso

Il tratto ferroviario in cui è accaduto l'evento è inserito in un contesto plano-altimetrico caratterizzato da una sezione a mezza costa con pareti molto acclivi lato destro percorrendo la linea da Edolo verso la stazione di Cedegolo.

Da quanto appreso nell'intervista al macchinista, il tratto in discesa richiede una particolare prudenza che induce a ridurre la velocità a circa 40 km/h rispetto alla velocità massima consentita di 60 km/h.

La mattina dell'incidente non vi erano particolari condizioni meteo-climatiche avverse. Alle ore 6:00 circa, la marcia procedeva con il solo ausilio delle luci dell'automotrice. Non vi erano lavori in corso nei pressi del luogo dell'evento.

Il luogo dell'evento si trova a una quota di circa 450 m s.l.m., sulla sponda destra orografica del fiume Oglio. In questo punto della Valle Camonica il fiume Oglio si trova costretto tra il versante in destra orografica e l'abitato di Cedegolo in sinistra.

Il documento "Nota tecnica della potenziale instabilità del versante in sponda destra del 31/01/2022" predisposto dai geologi incaricati, riporta che la roccia risulta fessurata e fratturata sia in prossimità dell'ingresso della galleria lato Edolo sia nel versante tra il fiume Oglio e la galleria stessa. Inoltre, la morfologia del versante è caratterizzata dalla azione del fiume Oglio che ha eroso il piede del versante determinando un quadro fessurativo complesso che interessa la galleria, l'imbocco in direzione nord e buona parte del versante stesso.

La zona è caratterizzata da abbondante circolazione idrica che proviene dal versante e rappresenta un elemento di forte criticità con riferimento ai cicli di gelo e disgelo che producono condizioni tenso-deformative locali nell'ammasso che nel tempo tendono a indebolirlo.

Altro elemento di criticità è la forte dislocazione dei volumi rocciosi lungo i piani di frattura quale evidenza del fatto che ci sono stati, e sono ancora in atto, movimenti che portano alla disarticolazione di blocchi di roccia come si evince in Figura 10.

Per quanto riguarda le allerte meteo della Protezione Civile emesse da Regione Lombardia (<https://www.allertalom.regione.lombardia.it/allerta>) non si riscontrano avvisi relativi ai giorni 30/11/2021 e 01/12/2021 per la zona omogenea di allertamento denominata "IM-07: Valcamonica" di cui la tratta fa parte, né per altre zone della Regione Lombardia relativamente agli scenari di rischio "idrogeologico", "idraulico", "temporali" e "vento forte".

Per completezza di informazione, le allerte emesse, che non riguardano la zona omogenea interessata dall'evento, sono di seguito riportate:

- Allerta di Protezione Civile n° 2021.111 del 29/11/2021 ore 13:40 per Rischio IDRO-METEO;
- Allerta di Protezione Civile n° 2021.112 del 2/12/2021 ore 12:47 per Rischio IDRO-METEO.



Figura 10 - Panoramica dell'area instabile segnata in tratto rosso, in tratto blu la nicchia di distacco antica segno della passata azione erosiva del fiume Oglio; (Fonte: NOTA TECNICA RELATIVA ALLA POTENZIALE INSTABILITA' DEL VERSANTE IN SPONDA DESTRA OROGRAFICA AL FIUME OGLIO IN COMUNE DI SELLERO (BS) IN CORRISPONDENZA DEL TRATTO DI GALLERIA NATURALE SELLERO 4-5 ED IL SUO IMBOCCO NORD – 31-01-2022).

Sempre considerando la Nota tecnica di cui sopra, le instabilità individuate sono di due tipi:

- instabilità di singoli blocchi o cunei rocciosi, isolati dall'intersezione dei piani di discontinuità e frattura. Sono situazioni presenti nell'imbocco Nord e nel tratto di galleria naturale, prevalentemente nei primi 20m di sviluppo della galleria stessa. L'evento del crollo del 1/12/2021 e i distacchi lungo il versante identificati nel corso del rilievo geostrutturale effettuato dopo l'evento, appartengono a collassi gravitativi favoriti dalla repentina variazione della temperatura e dal naturale processo di degrado dell'ammasso roccioso e non sono prevedibili. I volumi sono compresi tra pochi decimetri cubi a 3-4 mc.
- instabilità della porzione di pendio compresa tra il fiume Oglio ed il versante a monte della galleria. La morfologia dei versanti, descritta dai rilievi geostrutturali e topografici, suggerisce la presenza di un meccanismo complesso di scivolamento e rotazione del volume di ammasso roccioso isolato dai piani di discontinuità. Trattasi di un meccanismo di rottura progressivo destinato a evolversi in instabilità flessionale dei blocchi preceduto da movimenti (millimetrici) lungo i piani di frattura. I volumi sono dell'ordine di migliaia di metri cubi.

Inoltre, durante il sopralluogo della Commissione d'indagine svoltosi in data 10/12/2021, è stato possibile osservare la presenza in galleria di stalattiti in un contesto geologico caratterizzato da elementi lapidei sottoposti a cicli di gelo e disgelo.

3.1.4. Decessi, lesioni e danni materiali

La documentazione acquisita conferma che non vi sono stati decessi e lesioni alle persone coinvolte (personale di condotta e 8 viaggiatori). I danni maggiori sono riferiti al materiale rotabile (2 automotrici)

e alla sovrastruttura ferroviaria.

Per quanto riguarda il rilascio di gasolio a seguito dell'impatto tra automotrice e masso, la misura d'emergenza adottata nell'immediato è stata lo spargimento, da parte di TRENORD, di idonea polvere assorbente al fine di limitare i danni ambientali.

In una fase successiva, nei giorni 10 e 11 gennaio 2022 si è provveduto a rimuovere parte del materiale (ballast) interessato dallo sversamento di gasolio.

3.1.5. Altre conseguenze

Non sono state rilevate ulteriori conseguenze rispetto quanto sopra descritto.

3.1.6. Persone e soggetti coinvolti

Nell'evento sono state coinvolte n. 10 persone come di seguito dettagliato:

- Agente di Condotta e Capotreno;
- 8 passeggeri (4 sulla prima automotrice e 4 sulla seconda).

Dopo che si è verificata la collisione il macchinista ha avvisato, secondo la procedura prevista, con telefono di servizio il DCO – Dirigente Centrale Operativo, il quale ha interrotto la circolazione dei treni e ha avvisato il PCM - Posto Comando Movimento. Il PCM, dopo essere stato avvisato, ha assunto il ruolo di ROE - Responsabile Operativo Emergenza e ha chiamato i soccorsi.

Dopo circa 60 minuti sono arrivati i Vigili del Fuoco dalla Stazione di Cedegolo e successivamente il personale del Soccorso Sanitario.

3.1.7. Materiale rotabile

Il treno regionale passeggeri n. 1917 coinvolto nell'evento era composto da due veicoli:

- primo veicolo ALn 688-144, identificato dal NEV 95 83 4 668 981-2
- secondo veicolo ALn 668-131 identificato dal NEV 95 83 4 668 994-5.

Le due automotrici in composizione al treno sono attrezzate con il sottosistema di bordo SCMT/SSC.

Per quanto concerne i libri di bordo e le verifiche di efficienza dei veicoli, si riporta una sintesi in Tabella 1 e Tabella 2 della documentazione acquisita:

ALn 668-144			
Data	Intervento	Conformità	Tipo manutenzione
26/11/2021	Circolazione acqua guasto	SI	Correttiva
13/11/2021	Sostituzione ceppi	SI	
06/11/2021	Porta accesso Cab A	SI	Correttiva
04/11/2021	Allestimenti	SI	
28/10/2021	Verifica frizioni	SI	Correttiva
25/10/2021	Graffiti esterni diffusi	SI	Correttiva
22/10/2021	Sistema Tecnologico di bordo Bordo 6 mesi	SI	Programmata
21/10/2022	Sfaccettatura leggera	SI	Correttiva

Tabella 1 – Sintesi degli interventi di manutenzione eseguiti sulla automotrice ALn 668 – 144 (fonte dati: FERROVIENORD – TRENORD; elaborazione dati: Commissione di Indagine).

ALn 668-131			
Data	Intervento	Conformità	Tipo manutenzione
26/11/2021	Cinghiolo rumoroso	SI	Correttiva
24/11/2021	Webasto 1	SI	Correttiva
19/11/2021	Rumore anomalo motore 2	SI	Correttiva
18/11/2021	Prova di tenuta dell'impianto pneumatico dopo ricaricamento	SI	
13/11/2021	Sostituzione ceppi	SI	
11/11/2021	Manicotto acqua motore rotto / allestimenti	SI	Correttiva
07/11/2021	6 mesi / monitor SCC Cabina A	SI	Programmata correttiva +
07/11/2021	Prova di tenuta dell'impianto pneumatico (solo distributore)	SI	
04/11/2021	Trazione / guasto trasmissione cambio / cabina guida	SI	Correttiva
28/10/2021	DIS guasto / sbalzi di velocità / R1*	SI	Programmata
28/10/2021	Prova di tenuta dell'impianto pneumatico		

Tabella 2 – Sintesi degli interventi di manutenzione eseguiti sulla automotrice ALn 668 – 131 (fonte dati: FERROVIENORD – TRENORD; elaborazione dati: Commissione di Indagine).

3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento

Di seguito si riportano le principali caratteristiche della tratta ferroviaria dove si è verificato l'evento:

- semplice binario,
- non elettrificata,
- attrezzata con Blocco elettrico Conta Assi (BCA),
- dotata del sottosistema di terra del Sistema di Supporto alla Condotta dei treni (SSC),
- esercitata in telecomando dal Dirigente Centrale Operativo (DCO) avente sede presso la stazione di Iseo,
- andamento planimetrico caratterizzato da curve circolari di raggio minimo 228 m e massimo 283 m,
- pendenza longitudinale continua tra il 20 per mille e il 22 per mille.
- velocità massima consentita sulla tratta pari a 60 km/h (sia al rango "A", sia al rango "B").

3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti

3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l'evento

La descrizione dettagliata degli eventi è la sintesi di quanto relazionato nei vari rapporti informativi e nelle relazioni finali delle Commissioni di inchiesta interna, nominate dai due operatori ferroviari, inerenti all'evento in argomento.

Dall'esame dei documenti prodotti dalle Commissioni interne di inchiesta è stato possibile desumere le seguenti informazioni.

L'evento è accaduto sulla tratta Forno Allione – Cedegolo, facente parte della linea isolata Brescia – Iseo – Edolo, in corrispondenza della galleria Sellero 4-5 compresa tra la progressiva km 87+613 e km

87+752.

Informazioni sull'evento:

- data: 1° dicembre 2021, alle ore 6:14 circa;
- treno: regionale n. 1917 (PRIMO TRENO DEL MATTINO) di TRENORD partito da Edolo (provincia di Brescia) alle ore 5:54 urta un masso di grandi dimensioni ed altri detriti in prossimità dell'ingresso in galleria Sello 4-5;
- velocità di marcia: 40 km/h;
- distanza di avvistamento ostacolo: 30 - 40 m;
- velocità di inizio frenatura: 37 km/h;
- velocità di impatto: 12 km/h;
- danni: non ci sono stati feriti e decessi, ma solo danni al materiale rotabile e all'infrastruttura;
- sversamento di circa 350 litri di gasolio dalla prima automotrice.

Dalla relazione tecnica della zona tachigrafica, (fornita da TRENORD in formato decodificato e interpretato) emerge la seguente cronologia oggettiva degli eventi:

hh:mm:ss	km	Velocità (km/h)
06:06.23	8+501	1

Il convoglio riprende la marcia dalla stazione di Malonno dopo aver svolto servizio viaggiatori.

hh:mm:ss	km	Velocità (km/h)
06:14.16	14+974	45

Si rileva l'azionamento della segnalazione acustica tromba per una frazione di secondo.

hh:mm:ss	km	Velocità (km/h)
06:14:19	15+011	39

La velocità DIS (registratore di eventi) della composizione inizia a decrementare rapidamente da 39 km/h a 12 km/h.

hh:mm:ss	km	Velocità (km/h)
06:14:20	15+025	12

Contestualmente al decremento di velocità si rileva l'intervento della frenatura d'urgenza dal Sistema Supporto Condotta (SSC).

hh:mm:ss	km	Velocità (km/h)
06:14:22	15+042	8

Si evidenzia che la velocità è pari a 8 km/h mentre la velocità rilevata dall'SSC è di 34 km/h e decresce linearmente.

hh:mm:ss	km	Velocità (km/h)
06:14:23	15+046	0

La velocità DIS assume il valore pari a 0 km/h dopo aver raggiunto il valore di 159 km/h per 0,40 secondi poiché il carrello si è sollevato a seguito dell’impatto. La velocità SSC è pari a 32 km/h.

hh:mm:ss	km	Velocità (km/h)
06:14:35	15+103	0

La velocità SSC rilevata corrisponde a 0 km/h.

3.2.2. Catena di avvenimenti a partire dal verificarsi dell’evento

Qui di seguito si riporta la catena degli avvenimenti a partire dal verificarsi dell’evento fino alla conclusione dell’intervento dei servizi di soccorso, comprese ad esempio, l’attivazione del piano d’emergenza ferroviaria, l’attivazione del piano di emergenza dei servizi pubblici di soccorso, della polizia e dei servizi medici e la relativa catena di avvenimenti:

- successivamente all’evento l’Agente di Condotta ha avvisato il DCO;
- è stata sospesa la circolazione;
- il DCO ha diramato gli avvisi del caso ai reperibili degli impianti;
- sono state attivate le procedure previste dal Piano Emergenza Interno (PEI).

4. Analisi dell’evento

Il giorno 1° dicembre 2021, alle ore 6:14 circa, il treno regionale passeggeri n.1917, primo treno in esercizio, dell’impresa ferroviaria TRENORD, composto da due automotrici (ALn 668-144 + ALn 668-131) è partito da Edolo alle ore 5:54 (primo treno del mattino), ha urtato contro un masso di grandi dimensioni che si era staccato dalla parete rocciosa sopra l’imbocco lato nord (Edolo) della galleria Sellero 4-5, lungo la linea Brescia – Iseo – Edolo in alta Valle Camonica (Brescia) gestita da FERROVIENORD.

L’evento si è verificato al km 87+752 in prossimità dell’ingresso della galleria Sellero 4-5, lunga 139 metri, della tratta Forno Allione - Cedegolo in quanto il masso si è staccato dalla zona sovrastante l’imbocco della galleria stessa collocandosi sull’infrastruttura ferroviaria.

Il macchinista, accortosi della presenza del masso sui binari, ha azionato la frenatura rapida ma non è riuscito ad evitare l’impatto.

A seguito dell’urto contro il masso, la prima automotrice in composizione al treno è deragliata e si è sollevata sul masso entrando in collisione con la volta della galleria Sellero 4-5.

A bordo delle due automotrici erano presenti l’agente di condotta, il capotreno e 8 passeggeri: non si sono registrati né decessi né feriti. Tuttavia, sono stati rilevati considerevoli danni ai due veicoli coinvolti e all’infrastruttura ferroviaria.

Sul posto sono intervenute le squadre di soccorso di Vigili del Fuoco, il soccorso sanitario (AREU – Azienda Regione Emergenza Urgenza) e la Polfer. Inoltre, sono intervenuti i tecnici di FERROVIENORD e TRENORD.

I passeggeri sono stati evacuati e successivamente sono state attivate le attività di messa in sicurezza del veicolo e del versante al fine di consentire l’esecuzione dei successivi rilievi.

A seguito dell’evento, la circolazione tra Edolo e Cedegolo è stata sospesa e sulla tratta è stato istituito un servizio sostitutivo tramite autobus.

L’area in cui si è verificato l’evento si trova a una quota di circa 450 m slm in sponda destra orografica del fiume Oglio.

4.1. Ruoli e mansioni

Premesso che, ai sensi dell'art. 20, paragrafo 4 della direttiva (UE) 2016/798, "L'indagine non mira in alcun caso a stabilire colpe o responsabilità", si individuano di seguito i ruoli e le mansioni del personale coinvolto nell'evento.

Nella catena di eventi legati all'incidente sono stati coinvolti, a vario titolo i soggetti di seguito indicati:

- l'Agente di Condotta (AdC)
- il Capo Treno (CT)
- il Dirigente Centrale Operativo (DCO)
- il Posto di Comando e Movimento (PCM)
- il Responsabile Operativo Emergenza (ROE)

4.1.1. *Impresa ferroviaria e gestore dell'infrastruttura*

L'impresa ferroviaria che eroga il servizio sulla linea interessata è TRENORD; le due automotrici sono quindi soggette a gestione da parte di TRENORD.

Per quanto riguarda l'infrastruttura, FERROVIENORD è la società che gestisce la linea e anche il contesto circostante (versante) per quanto di competenza.

Il monitoraggio dei versanti limitrofi al sedime ferroviario avviene mediante le attività di visita in linea effettuate dal personale dell'Unità Manutenzione Iseo in funzione di specifiche procedure che definiscono le modalità operative e la periodicità definite dalla procedura P 7.5-01_Rev.18 del 30.7.2021: Manutenzione e Controllo dell'Infrastruttura e nell'istruzione operativa IO 7.5-01 D: Servizi di Vigilanza Linea per i Settori Armamento, Sede e Trazione Elettrica.

In particolare, tali procedure prevedono l'effettuazione di:

- visite "a piedi" ogni 6 mesi (ultima visita effettuata in data 7 – 11 luglio 2021)
- visite con mezzo d'opera ogni 6 mesi (ultima visita effettuata in data 18 giugno 2021)
- visite in cabina treno ogni mese (ultima visita effettuata in data 19 novembre 2021).

Prima dell'evento avvenuto il 1° dicembre 2021, nessuna delle visite effettuate ha rilevato forti criticità relativamente alla tratta in oggetto. Tuttavia, nelle visite a piedi effettuate in data 30/12/2020 e 11/07/2021 sono state rilevate infiltrazioni d'acqua nella galleria Sellero 4-5.

Con riferimento specifico alla Galleria Sellero 4-5 sono previste ispezioni periodiche effettuate dal personale dell'Unità Monitoraggio e Mantenimento Opere d'Arte in funzione di specifiche procedure che definiscono le modalità operative e la periodicità:

- Controllo e Verifica delle Opere d'Arte (procedura P 7.5-10, rev. 9 del 22.2.2021)
- Modalità per la Gestione delle Verifiche delle Opere Civili (istruzione operativa IO 7.5-10 A, rev.2 del 22.2.2021).

Tali procedure prevedono l'effettuazione di:

- ispezioni di I livello ogni 12 mesi (ultima ispezione effettuata in data 6 ottobre 2020),
- ispezioni di II livello ogni 3 anni (prima attività programmata per l'anno 2023).

L'ultima ispezione ordinaria di I livello effettuata in galleria in data 6/10/2020 non ha riscontrato evidenti criticità. Tuttavia, nella documentazione sono state riportate le seguenti note:

Note: a seguito del censimento	-	LATO MONTE, imbocco, iniziale distacco di copriferro
	-	INFILTRAZIONI D'ACQUA
	-	NEL TRATTO CENTRALE IN CAP. ERA CADUTO UN MASSO CI SONO I TRAVERSI, 3, 1077

Trascrizione delle note:

- *Lato monte, imbocco, iniziale distacco di copriferro*
- *Infiltrazioni d'acqua*
- *Nel tratto centrale in CAP era caduto un masso e ci sono, traversi, 3...*

Oltre alle verifiche effettuate dal personale di FERROVIENORD è prevista anche una attività di monitoraggio geologico e geomorfologico supplementare effettuata trimestralmente da un soggetto esterno. Tale servizio di monitoraggio geologico riguarda alcune tratte ferroviarie gestite da FERROVIENORD, tra cui quella oggetto dell'evento ed è stato affidato alla Società E.T.S. S.r.l. Dalla documentazione trasmessa da FERROVIENORD, risultano eseguiti i seguenti rilievi dalla Società E.T.S. S.r.l. riportati in Tabella 3:

Data rilievo	Raccomandazioni in Esito a Sopralluogo	Giudizio Sintetico Finale
12/10/2021	Monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
06/07/2021	Monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
30/03/2021	Monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
15/12/2020	Monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
15/10/2020	Monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
15/01/2020	Controllare l'origine della fune in acciaio di lunghezza di circa 10 m posta a lato binario in corrispondenza dell'uscita dalla galleria Sellero 4/5. Monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
02/10/2019	Controllare l'origine della fune in acciaio di lunghezza di circa 10 m posta a lato binario in corrispondenza dell'uscita dalla galleria Sellero 4/5.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
04/06/2019	Controllare l'origine della fune in acciaio di lunghezza di circa 10 m posta a lato binario in corrispondenza dell'uscita dalla galleria Sellero 4/5. Monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
26/05/2019	Nessuna.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.
13/03/2019	Nessuna.	La scarpata non presenta criticità geologica e/o idrogeologica.

Tabella 3 – Sintesi dei rilievi di monitoraggio geologico e geomorfologico effettuati dalla società ETS S.r.l. (fonte dati: FERROVIENORD – TRENORD; elaborazione dati: Commissione di Indagine).

Dall'analisi dei documenti acquisiti, emerge che durante il rilievo effettuato in data 12/10/2021 è stato rinvenuto in uscita dalla galleria Sellero 4/5 un blocco staccatosi dalla calotta di dimensioni 15 cm x 15 cm. Tuttavia, non vengono prescritte particolari raccomandazioni in esito al sopralluogo se non *il monitoraggio dello stato dei luoghi, periodico, con attenzione particolare allo stato degli affioramenti rocciosi.*

Il geologo incaricato da FERROVIENORD di effettuare i rilievi a seguito dell'incidente, con relazione del 31/01/2022, ha segnalato che la frattura principale che ha isolato il volume di roccia crollato appariva meno evidente e meno visibile in galleria rispetto al quadro fessurativo generale dell'ammasso roccioso che è invece importante e caratterizzato da fratture molto aperte con circolazione d'acqua.

In particolare, nella citata relazione, i geologi incaricati hanno inoltre evidenziato l'instabilità di singoli blocchi o cunei rocciosi, isolati dall'intersezione dei piani di discontinuità e frattura, presenti all'imbocco nord e nel tratto di galleria naturale, prevalentemente nei primi 20 m di sviluppo della galleria stessa. I volumi interessati sono compresi tra pochi decimetri cubici e 3-4 metri cubi. Nel caso in questione, probabilmente, la frattura era più aperta nella parte alta della parete e l'acqua con le azioni meccaniche dei cicli di gelo e disgelo, può, nel tempo, aver compromesso la stabilità della placca rocciosa (avente giacitura 70°/60°) che si è di fatto ribaltata sul binario. Come si evince nel documento

sopra citato, questa tipologia di collassi gravitativi, favorita dalle variazioni repentine di temperatura e dal naturale processo di degrado dell'ammasso roccioso, non è prevedibile.

4.1.2. Soggetto responsabile della manutenzione

L'impresa ferroviaria TRENORD è anche il Soggetto Responsabile della Manutenzione. Le informazioni sui rotabili sono riportate nel paragrafo 3.1.7 cui si rimanda per tutti i dettagli.

4.1.3. Fabbricante o fornitore di materiale rotabile

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.1.4. Autorità nazionali e/o Agenzia dell'Unione Europea per le ferrovie

La linea ferroviaria in questione ricade sotto la giurisdizione di ANSFISA - Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali - poiché compresa nel DM n. 347 del 2/8/2019.

Con riferimento ai titoli autorizzativi di TRENORD e di FERROVIENORD rilasciati da ANSFISA per l'esercizio del servizio di trasporto e la gestione dell'infrastruttura, si riporta quanto segue:

1. La società FERROVIENORD è titolare di Autorizzazione di Sicurezza rilasciata ai sensi dell'articolo 11 del Decreto Legislativo 14 maggio 2019 n. 50 e di Certificato di idoneità all'esercizio rilasciato ai sensi dell'articolo 28 del medesimo decreto, rispettivamente per la rete regionale interconnessa e per la rete regionale funzionalmente isolata dal resto del sistema ferroviario di propria competenza.
2. La società TRENORD è titolare di Certificato di Sicurezza Unico rilasciato ai sensi dell'articolo 9 del Decreto Legislativo 14 maggio 2019 n. 50 per l'accesso all'infrastruttura regionale interconnessa.

È in corso da parte di ANSFISA la valutazione documentale di conformità per il rilascio del Certificato di Idoneità all'Esercizio all'Impresa ferroviaria TRENORD, sulla rete ferroviaria isolata (Brescia-Iseo-Edolo) gestita da FERROVIENORD.

Tenendo in considerazione il fatto che FERROVIENORD ha elaborato un Sistema di Gestione Integrato che comprende il Sistema di Gestione della Sicurezza ferroviaria il cui ambito di applicazione (come dichiarato al capitolo 1.1 "Analisi del contesto" del documento MSGI "Manuale del Sistema di Gestione Integrato" rev.17 del 22/02/2021) include la rete ferroviaria interconnessa all'infrastruttura ferroviaria nazionale (di cui all'Allegato A del D.M. 05/08/2016) e la rete ferroviaria funzionalmente isolata (di cui all'Allegato 1 del D.M. n. 347 del 02/08/2019) denominata "ramo Iseo", le non conformità del report sono formulate e rilevate (da ANSFISA) con riferimento ai requisiti di cui all'allegato II del Regolamento Delegato (UE) 2018/762: Requisiti del sistema di gestione della sicurezza per quanto riguarda i gestori dell'infrastruttura.

In merito all'attività di supervisione effettuata da ANSFISA, in conformità all'articolo 17 della direttiva (UE) 2016/798 nonché al Regolamento Delegato (UE) 2018/761, prendendo a riferimento l'ultimo triennio e la sola rete isolata interessata dall'evento, è attualmente in corso (da parte di ANSFISA) un audit di processo nei confronti del Gestore dell'infrastruttura FERROVIENORD inerente l'attuazione e l'efficacia dei processi gestionali ed operativi per il presidio della manutenzione dell'infrastruttura (con riferimento ai requisiti del punto 3.7 dell'Allegato I al Decreto ANSF n. 3/2019).

In particolare, con riferimento ai processi gestionali e operativi per il presidio della manutenzione dell'infrastruttura, sono oggetto dell'audit le seguenti tematiche:

- controllo della progettazione dell'infrastruttura (Reg. (UE) 2018/762 all. II punto 5.2.1);
- gestione dei rischi durante la fase di funzionamento e manutenzione (Reg. (UE) 2018/762 all. II punto 5.2.1);
- mantenimento dello stato operativo sicuro dell'infrastruttura (Reg. (UE) 2018/762 all. II punto 5.2.2.a);
- controllo della operatività sicura dell'infrastruttura (Reg. (UE) 2018/762 all. II punto 5.2.2 a);
- controllo delle informazioni e comunicazioni di sicurezza necessarie nei servizi di manutenzione (Reg. (UE) 2018/762 all. II punto 5.2.5 b).

Le attività di audit da parte di ANSFISA sono ancora in corso alla data di compilazione della presente relazione.

4.1.5. Organismi notificati

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.1.6. Organismi certificati

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.1.7. Altra persona o soggetto interessato dall'evento

Come già anticipato nei paragrafi precedenti, sulle due automotrici coinvolte erano presenti n. 8 viaggiatori che non hanno subito conseguenze a causa dell'evento incidentale.

4.2. Materiale rotabile e impianti tecnici

Le informazioni sul materiale rotabile sono riportate nel paragrafo 3.1.7 cui si rimanda per tutti i dettagli.

4.2.1. Progettazione

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.2.2. Installazione e messa in servizio

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.2.3. Fabbrikanti o altri fornitori

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.2.4. Manutenzione o modifica del materiale rotabile o degli impianti tecnici

Non pertinente ai fini della presente indagine.

4.2.5. Soggetto Responsabile della Manutenzione

Il soggetto responsabile della manutenzione del materiale rotabile coinvolto nell'evento è TRENORD.

4.3. Fattori umani

4.3.1. Caratteristiche umane e individuali

Il personale intervistato e coinvolto nell'evento ha descritto la propria attività e il proprio ruolo all'interno dell'organizzazione. In Tabella 4 viene riportata una sintesi dei certificati e dei giudizi di idoneità del personale coinvolto.

Ruolo	Tipo certificato	Data visita	Tipo idoneità	Idoneo [si/no]
Agente di condotta	Certificato di idoneità fisica	04/11/2021	1 - Condotta 247 Macchinista	SI
Agente di condotta	Certificato delle capacità psicoattitudinali	03/04/2019	1 - Condotta 247 Macchinista	SI
Agente di condotta	Giudizio di idoneità alla mansione specifica	22/11/2021	Macchinista	SI
Capotreno	Certificato di idoneità fisica	26/10/2020	ADT (Accompagnamento Dei Treni) – Con Obbligo Lenti	SI
Capotreno	Certificato di idoneità fisica attività di sicurezza	26/10/2020	4.1-Formazione Treno- Manovra Rotabile Capo Treno/Capo Servizi Treno - Con Obbligo Lenti 4.2-Formazione Treno - Predisp. Docum. Di Scorta Treni Capo Treno/Capo Servizi Treno - Con Obbligo Lenti 5 -Accompagnamento Treni Capo Treno/Capo Servizi Treno - Con Obbligo Lenti	SI
Capotreno	Certificato di idoneità fisica attività di sicurezza	26/10/2020	ADT (Accompagnamento Dei Treni) Capo Treno/Capo Servizi Treno - Con Obbligo Lenti	SI
Capotreno	Giudizio di idoneità alla mansione specifica	26/04/2021	Capotreno/CST	SI

Tabella 4 – Sintesi dei certificati e dei giudizi di idoneità del personale coinvolto (fonte dati: TRENORD; elaborazione dati: Commissione di Indagine).

4.3.2. Fattori legati al lavoro

Dall'esame delle informazioni in possesso della scrivente Commissione, non emergono situazioni di affaticamento e di sovraccarico di lavoro con riferimento a turnazioni da parte del personale coinvolto.

Dalla documentazione acquisita è stato possibile visionare gli orari di lavoro del personale coinvolto, agente di condotta e capotreno, per il periodo antecedente l'evento ovvero dal 1/11/2021 al 30/11/2021. Si evidenzia che l'evento è accaduto a inizio turno di lavoro (primo treno in partenza da Edolo).

4.3.3. Fattori e incarichi organizzativi

I vari fattori concausali rilevati in corso d'indagine sono correlati anche a quelli umani e organizzativi riconducibili alla "cultura organizzativa", intesa come insieme di valori, convinzioni, principi, idee, modi di pensare, opinioni e conoscenze condivise dal personale tutto dell'impresa ferroviaria. Essi determinano il modo in cui l'organizzazione percepisce, individua, valuta, affronta e garantisce il tipo, l'entità e l'ambito delle proprie operazioni.

L'organizzazione deve fornire i mezzi per motivare il personale e le altre parti interessate a essere attive nel miglioramento della sicurezza, come parte dell'apprendimento interno all'organizzazione, agendo sulle regole che governano i vari processi. In particolare, la motivazione delle persone aumenta quando è chiaro il significato ultimo delle azioni, quando lo sforzo individuale contribuisce a creare un valore più grande: miglioramento continuo del Sistema di Gestione della Sicurezza.

Il personale coinvolto risulta in possesso di abilitazioni e/o qualificazioni professionali. In particolare, il macchinista è abilitato a condurre il seguente materiale rotabile:

- ALn 668 (coinvolto nell'evento)
- ATR 115/125;
- DE 520;
- CNE.

Per quanto riguarda l'infrastruttura, il macchinista è abilitato a condurre nelle seguenti linee:

- Brescia-Edolo (coinvolto nell'evento);
- Impianto Rovato RFI;
- Rovato Borgo - Bornato Calino.

Il capotreno risulta in possesso dei seguenti requisiti professionali (data 12/12/2019), relativi alla rete FERROVIENORD:

- Manovra dei veicoli e Predisposizione dei documenti di scorta ai Treni (PdT – CT);
- Accompagnamento Dei Treni (ADT).

Per quanto riguarda l'aggiornamento professionale, dalla documentazione acquisita emerge che il macchinista ha seguito un *Corso di Aggiornamento sul riordino normativo rete FERROVIENORD – Ramo Iseo* della durata di 10 giorni nel periodo 3/06/2019 – 14/06/2019.

Anche il capotreno ha seguito il *Corso di Aggiornamento sul riordino normativo rete FERROVIENORD – Ramo Iseo* della durata di 4 giorni nel periodo 2/12/2019 – 5/12/2019.

4.3.4. Fattori ambientali

Le condizioni meteo del giorno in cui si è verificato erano buone. La tratta veniva percorsa in discesa con velocità di linea pari a 60 km/h. Tuttavia, il macchinista ha riferito di adottare solitamente e prudentemente una velocità di 40 km/h in relazione alla pendenza e alle condizioni del binario soprattutto nelle prime ore del mattino.

4.4. Meccanismi di feedback e controllo

4.4.1. Quadro normativo e disposizioni

Si riportano di seguito i principali riferimenti normativi a partire da livello comunitario fino a quello nazionale:

- Direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie (rifusione);
- Regolamento Delegato (UE) 2018/762 della Commissione dell'8 marzo 2018 che stabilisce metodi comuni di sicurezza relativi ai requisiti del Sistema di Gestione della Sicurezza a norma della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga i regolamenti della Commissione (UE) n. 1158/2010 e (UE) n. 1169/2010;
- Regolamento Delegato (UE) 2018/761;
- Decreto Legislativo n.50 del 14 maggio 2019, “Attuazione della direttiva 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie”;
- Regolamento di Esecuzione (UE) 2020/572 della Commissione del 24 aprile 2020, relativo al formato da seguire nelle relazioni d'indagine su incidenti e inconvenienti ferroviari;
- RCF: “Regolamento per la Circolazione Ferroviaria”, Decreto ANSF n. 4/2012 del 9/08/2012, Allegato B.

4.5. Eventi precedenti di carattere analogo

La linea ferroviaria in cui si è verificato l'evento è stata interessata da tre eventi di carattere analogo negli anni precedenti. Dalla documentazione acquisita da FERROVIENORD gli eventi sono:

- Crollo Roccioso del 24 novembre 2007 lungo la linea Brescia - Iseo - Edolo al km 60+120 nel comune di Sellero – Novelle. Durante gli eventi meteorici della seconda metà del mese di novembre 2007, alle ore 18:30-19:00 del 24 novembre 2007 dalla parete rocciosa che insiste sulla linea ferroviaria si è verificato un crollo che ha raggiunto la sede ferroviaria interrompendo la circolazione;
- Scivolamento roccioso del 24 dicembre 2009 lungo la linea Brescia Iseo Edolo al km 73+870 nel comune di Sonico. Il fenomeno, che ha coinvolto circa 150 m³ di terreno costituito in gran parte da blocchi e ciottoli immersi in matrice sabbiosa limosa, si è arrestato in corrispondenza della sede ferroviaria durante il transito del treno diretto verso Brescia, causandone il deragliamento;
- Scivolamento detritico del 5 novembre 2012 lungo la linea Brescia Iseo Edolo al km 57 + 140 nel comune di Capo di Ponte. Il dissesto, che ha determinato l'apporto di circa 150 m³ di terreno sulla linea ferroviaria, ha reso necessaria l'interruzione temporanea del traffico ferroviario per mettere in sicurezza la scarpata e ripristinare la sede ferroviaria invasa dal materiale franato.

Dall'analisi della documentazione acquisita emerge che prima dell'evento del 01/12/2021, avvenuto nella tratta interessata, non sono stati rilevati distacchi di massi in corrispondenza del lato nord della galleria (lato Edolo) e le reti paramassi e le chiodature sono state installate a solo scopo preventivo. Nel periodo 1990 ÷ 2000 si erano invece registrati alcuni distacchi di massi in prossimità del lato sud (lato Brescia) della stessa galleria “Sellero 4-5” a seguito dei quali è stata realizzata una specifica galleria paramassi a protezione del sedime ferroviario (vedi Figura 8).

Per completezza si ritiene utile riportare anche l'evento alluvionale del 27 luglio 2022 sebbene sia avvenuto dopo l'evento oggetto della presente relazione. A causa del maltempo e dei forti temporali del 27 luglio 2022 in Vallecamonica, si è verificata l'esonazione di alcuni torrenti a Niardo e Braone (BS).

L'esondazione ha causato rilevanti danni al territorio e anche all'infrastruttura ferroviaria tra le stazioni di Breno e Capo di Ponte, lungo la linea Brescia - Iseo - Edolo gestita da FERROVIENORD come si evince in Figura 11. Il servizio ferroviario è ad oggi interrotto tra le stazioni di Edolo e Breno; in questo tratto TRENORD ha istituito un servizio di autobus sostitutivi. Verso sud, tra Breno e Iseo/Brescia la circolazione dei treni è regolare. Inoltre, visti i lunghi tempi stimati per il ripristino della linea, i due treni che erano rimasti nella tratta interrotta (tra Edolo e Breno) sono stati caricati su idonei pianali stradali e trasportati via strada al deposito di Iseo per poi tornare in servizio sulla tratta in esercizio (Breno e Iseo/Brescia).



Figura 11 – Danni all'infrastruttura ferroviaria causati dall'alluvione (fonte: <https://www.gazzettadellevalli.it/valle-camonica/edolo/alluvione-a-niardo-e-braone-800-mila-euro-dalla-regione-383190/> e TRENORD).

A seguito dell'evento del 27 luglio 2022, è stata attivata la procedura P 8.6-02 - GESTIONE DELLE EMERGENZE in quanto è stata messa a repentaglio la sicurezza dell'esercizio ferroviario.

La suddetta procedura, infatti, prevede che il DCO per il ramo Iseo disponga l'interruzione della circolazione ferroviaria e delle operazioni in corso. Le modalità operative per l'interruzione della circolazione ferroviaria sono definite nel "Piano di Emergenza Interno" e nel "Regolamento per la Circolazione dei Treni". I provvedimenti vengono attuati dal personale preposto alla gestione della circolazione ferroviaria presente negli impianti presenziati della tratta interessata dall'evento secondo quanto previsto dal vigente quadro normativo. Con riferimento alla linea ferroviaria in esame, il DCO di Iseo provvede anche ad informare i Referenti Accreditati di tutte le Imprese Ferroviarie circolanti sulla rete ed i Gestori delle Infrastrutture limitrofe dell'interruzione della circolazione ferroviaria e, ove richiesto dalle Imprese Ferroviarie interessate, ad allertare i servizi di autobus sostitutivi.

5. Conclusioni

5.1. Sintesi dell'analisi e conclusioni in merito alle cause dell'evento

Con riferimento a quanto esposto nella presente relazione e alla concatenazione degli avvenimenti, si riportano qui di seguito le considerazioni sui fattori causali e concausali che hanno caratterizzato l'evento.

La causa diretta dell'evento è individuabile nel distacco di roccia dalla parete sovrastante l'ingresso

in galleria lato Edolo situata al di sotto della rete paramassi.

I fattori concausali (cause indirette dell'evento) sono riconducibili a:

- inefficacia dei presidi adottati in relazione ai fenomeni fessurativi presenti;
- assenza di dispositivi di monitoraggio di spostamenti di roccia sul versante;
- assenza di dispositivi per il preavviso al personale di condotta circa la presenza di elementi lapidei o più in generale materiale (ostacoli) in corrispondenza della sezione ferroviaria.

5.2. Misure adottate dopo l'evento

A seguito dell'evento sono stati installati, sul versante interessato in prossimità dell'ingresso della galleria, dei dispositivi tecnici in grado di rilevare gli eventuali movimenti dell'ammasso roccioso. Tale operazione si è resa necessaria per consentire le successive operazioni di rimozione del materiale rotabile e ripristino della linea.

Dopo l'evento è stato soppresso il servizio nella tratta Edolo - Cedegolo e sono stati attivati servizi sostitutivi con autobus. Nello specifico, FERROVIENORD ha incaricato tecnici specializzati per identificare le possibili soluzioni da adottare per la messa in sicurezza del sito. Dalla relazione prodotta dai tecnici [rif. nota tecnica relativa alla potenziale instabilità del versante in sponda destra orografica al fiume Oglio in comune di sellero (BS) in corrispondenza del tratto di galleria naturale sellero 4-5 ed il suo imbocco nord] si ipotizza una strategia di intervento eseguita in due fasi:

- *La prima è indispensabile per consentire la ripresa del servizio di trasporto a condizione che gli interventi vengano progettati secondo quanto prescritto dalla normativa e realizzati a regola d'arte,*
- *La seconda, di completamento ma comunque da programmare in tempi brevi, potrà essere attivata a seguire, a patto di aver proceduto al completamento di un adeguato sistema di monitoraggio.*

Di seguito si riporta un estratto della relazione tecnica con riferimento alle prime indicazioni:

Per quanto concerne gli interventi di prima fase si consiglia di prevedere, per tutto lo sviluppo della galleria naturale, la fresatura ed il consolidamento con centine o rete e successivo rivestimento con cls. Spessori del rivestimento e tipologia di armatura andranno definiti con un progetto che analizzi le caratteristiche della galleria e le potenziali instabilità che si possono generare, delle quali si fornirà un'analisi completa entro il mese di febbraio, una volta completato il modello di calcolo.

Queste opere si ritengono necessarie poiché il solo placcaggio con chiodatura dei volumi rocciosi potenzialmente instabili in galleria, alla luce delle analisi sino a qui svolte, non fornisce un adeguato livello di protezione. La chiodatura e placcaggio è invece possibile in prossimità dell'imbocco, quale opera di primo intervento, intendendo come opera di completamento nella seconda fase, la realizzazione di un tratto di galleria paramassi per i primi 10/15 m di sviluppo. Si consiglia di sfruttare la chiusura della linea in questa prima fase, per eseguire le fondazioni lato Fiume Oglio ed il consolidamento del versante lato monte, in prossimità dell'imbocco, per agevolare la costruzione della galleria paramassi la cui copertura e completamento potranno avvenire nella seconda fase.

La prima e seconda fase dovranno essere progettate in dettaglio al fine di definire anche tempi e modalità operative.

Prima di dare avvio alla seconda fase dovrà essere completato il sistema di monitoraggio, dell'imbocco nord e del versante, già operativo, attraverso l'implementazione dei sistemi di controllo con ulteriori dispositivi quali la fibra ottica, che potrà garantire il rilievo di eventuali anomalie e condizioni di criticità nell'area di intervento.

La seconda fase dovrà prevedere la mitigazione della pericolosità connessa ad un eventuale evoluzione instabile del meccanismo gravitativo di versante attraverso gli interventi che seguono. L'opera, da ultimare quanto prima, è senz'altro la galleria paramassi, che potrebbe essere completata

nelle chiusure notturne o con interruzioni programmate. Per il consolidamento del versante si ritiene si possa accedere dal Fiume Oglio, evitando quindi di interferire direttamente con la linea ferroviaria.

Si tratterebbe in questo caso di eseguire dei tiranti profondi con ancoraggi superficiali in cemento armato (muri di placcaggio e/o contrafforti), con posa di reti e chiodature dei potenziali blocchi instabili. Per queste opere di consolidamento del piede del pendio si potranno fornire le prime indicazioni sulla lunghezza e direzione degli ancoraggi al termine della modellazione numerica del versante, dati che i progettisti delle opere potranno utilizzare per dimensionare l'intervento.

Con riferimento alla suddetta relazione tecnica, si evidenziano due aspetti di interesse associati a soluzioni di tipo impiantistico e strutturale:

1. la progettazione e l'installazione di un sistema di monitoraggio dell'ingresso galleria e della tratta ferroviaria in caso di caduta del materiale;
2. la realizzazione di una galleria paramassi all'ingresso lato Edolo in linea con quanto già realizzato all'ingresso lato Brescia.

Per quanto riguarda il primo punto, durante il sopralluogo del 1/06/2022 è stato possibile visionare l'installazione dei seguenti dispositivi:

- sistemi di monitoraggio in fibra ottica per l'identificazione di fenomeni di caduta massi lungo le tratte ferroviarie di Cedegolo - Forno Allione, Cividate - Breno e Marone - Pisogne;
- dispositivo di allertamento delle reti paramassi.

Il sistema di monitoraggio in fibra ottica è in grado di rilevare fenomeni d'impatto e vibrazionali sulla tratta, senza però fornirne la localizzazione in dettaglio. Il sistema utilizza una coppia di fibre ottiche attualmente già installate da FERROVIENORD nelle canaline che affiancano la ferrovia come illustrato in Figura 12.

Inoltre, è presente un sistema di allerta in grado di:

- raccogliere i dati e identificare i pattern relativi ai diversi fenomeni che possono interessare la tratta ferroviaria rimuovendo i contributi di rumore (dati non significativi);
- memorizzare nel cloud gli eventi significativi;
- trasmettere i segnali di allerta a FERROVIENORD.



Figura 12 – Posa provvisoria del sistema di monitoraggio in fibra ottica all'interno della galleria (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 01/06/2022).

Il dispositivo di allertamento delle reti paramassi è implementato per ogni singolo modulo di barriera e consente di inviare un avviso quando viene rilevato un evento trasmettendo i dati via radio direttamente a FERROVIENORD. In pratica il sistema prevede l'utilizzo di fili di acciaio che vengono fissati solidalmente alla rete in diverse posizioni in funzione dell'installazione, come si evince in Figura 13 e Figura 14. In caso di caduta di materiale lapideo, il dispositivo si attiva in quanto la tensione di uno o più fili genera l'allarme. Ciascun filo può tendersi fino ad un determinato carico per rompersi in caso di superamento. Il sistema di gestione è in grado in poco tempo di identificare quale sensore è coinvolto nell'evento, codificando e inviando il messaggio via radio.



Figura 13 – Localizzazione del dispositivo di allertamento reti paramassi sul versante (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 01/06/2022).



Figura 14 – Dettaglio del dispositivo di allertamento reti paramassi e dei fili di acciaio che rilevano la tensione della rete (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 01/06/2022).

Per quanto riguarda la realizzazione di una galleria paramassi all'ingresso lato Edolo in linea con quanto già realizzato all'ingresso lato Brescia, si osserva che durante il sopralluogo del 1/06/2022 è stato possibile visionare le attività relative al consolidamento del versante come illustrato in Figura 15.



Figura 15 – Attività di consolidamento del versante per la realizzazione della galleria paramassi (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 01/06/2022).

Inoltre, è stato possibile visionare le attività di consolidamento in corso della galleria mediante l'utilizzo di centine e rete installate a seguito della fresatura della superficie come riportato in Figura 16.



Figura 16 – Attività di consolidamento della galleria con centine e rete (fonte: Commissione d'indagine - sopralluogo del 01/06/2022).

5.3. Osservazioni aggiuntive

Non pertinenti ai fini della presente indagine.

6. Raccomandazioni in materia di sicurezza

Nella presente parte della relazione sono elaborate le raccomandazioni in materia di sicurezza, al solo scopo di prevenire il verificarsi di eventi simili, indirizzate all'Agencia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA).

Raccomandazione n. IT-10168-01

Si raccomanda all'Agencia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di adoperarsi affinché i gestori delle infrastrutture, in sede di pianificazione, elaborazione, attuazione e revisione dei processi operativi previsti dal Sistema di Gestione della Sicurezza, verifichino l'efficacia delle attività di monitoraggio dei versanti e dell'interno delle gallerie che abbiano evidenziato fenomeni evolutivi, valutando anche il ricorso a idonea strumentazione, tecnologicamente disponibile, in grado di elaborare e trasmettere informazioni di allarme in tempo reale affinché sia possibile adottare le misure più idonee nei confronti della circolazione ferroviaria.

Raccomandazione n. IT-10168-02

Si raccomanda all'Agencia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di adoperarsi affinché i gestori delle infrastrutture, in sede di pianificazione, elaborazione, attuazione e revisione dei processi operativi previsti dal Sistema di Gestione della Sicurezza, dimostrino di aver predisposto specifica procedura di ispezione in caso di cedimenti rocciosi, anche di ridotta entità, che abbiano interessato la sede ferroviaria.

Raccomandazione n. IT-10168-03

Si raccomanda all’Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di adoperarsi affinché il gestore FERROVIENORD, in sede di pianificazione, elaborazione, attuazione e revisione dei processi operativi previsti dal Sistema di Gestione della Sicurezza, effettui una classificazione delle gallerie della linea Iseo-Edolo in funzione dei fattori di rischio correlati al quadro fessurativo del contesto specifico di ciascuna di esse.

Raccomandazione n. IT-10168-04

Si raccomanda all’Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali, di adoperarsi affinché i gestori dell’infrastruttura, valutino l’opportunità di implementare il Sistema di Gestione della Sicurezza con riferimento a interventi e procedure, da mettere in atto in caso di sversamento di carburante per la trazione a seguito di eventi incidentali, definiti in funzione di scenari rappresentativi identificati di concerto con le Imprese Ferroviarie.

Ing. Fabio Borghetti

Ing. Emanuele Abbasciano